



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

(12) **Patentschrift**
(10) DE 195 34 982 C 2

(51) Int. Cl.⁷:
B 29 C 45/14
B 29 C 45/57

(21) Aktenzeichen: 195 34 982.2-16
(22) Anmeldetag: 20. 9. 1995
(43) Offenlegungstag: 27. 6. 1996
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 13. 6. 2002

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(30) Unionspriorität:

253073/94 21. 09. 1994 JP
254799/94 22. 09. 1994 JP

(73) Patentinhaber:

Mitsubishi Engineering-Plastics Corp., Tokio/Tokyo,
JP; Dai Nippon Toto Co., Ltd., Osaka, JP

(74) Vertreter:

Patent- und Rechtsanwälte Kraus & Weisert, 80539
München

(72) Erfinder:

Fujishiro, Takeshi, Hiratsuka, Kanagawa, JP;
Izumida, Toshiaki, Hiratsuka, Kanagawa, JP;
Akahori, Kazuyuki, Hiratsuka, Kanagawa, JP;
Yamamoto, Yoshiaki, Komaki, Aichi, JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

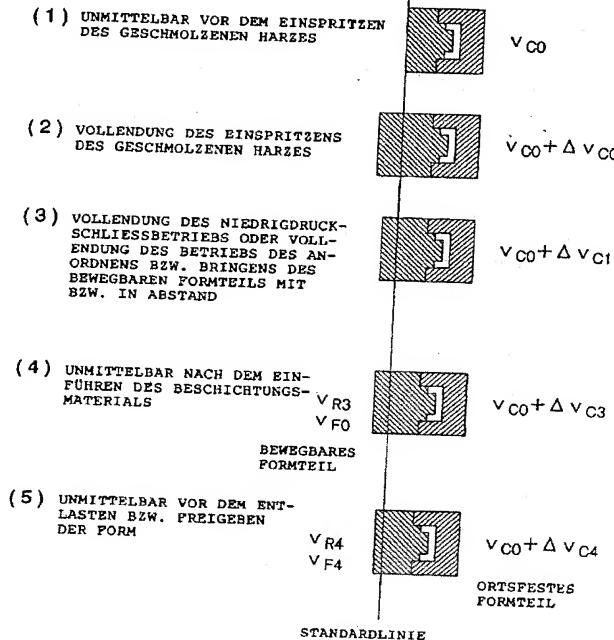
DE 19 65 368 A
US 46 68 460
US 40 76 788

"Alloys and Blends", Modern plastics, Mid.-October
1994, S. 15-17;
JP 5-301251 (A) Patent Abstracts of Japan, M-1561,
February 16, 1994 Vol.18/Nr.94;
JP 5-318527 (A) Patent Abstracts of Japan, M-1571,
March 4, 1994 Vol.18/No.133;

(54) Verfahren zum Spritzgießen von thermoplastischen Harzen

- (57) Ein Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes, umfassend die Schritte des
(a) Einspritzens eines geschmolzenen Harzes (40) aus einem thermoplastischen Harz in einen Hohlraum (50), der in einer Form (22, 26) vorgesehen ist, die ein ortsfestes Formteil (22) und ein bewegbares Formteil (26) umfaßt oder aus einem ortsfesten Formteil (22) und einem bewegbaren Formteil (26) zusammengesetzt ist;
(b) Einführen einer vorbestimmten Menge eines Beschichtungsmaterials (80) hinein zwischen das Harz (40A) in dem Hohlraum (50) und der Hohlräumwand (54), nachdem das Einspritzen des geschmolzenen Harzes (40) vollendet ist, um es zu ermöglichen, daß das Harz (40A) in dem Hohlraum (50) mit dem eingeführten Beschichtungsmaterial (80) bzw. durch das eingebrachte Beschichtungsmaterial (80) komprimiert wird und/oder um es zu ermöglichen, daß sich das bewegbare Formteil (26) in der Formöffnungsrichtung bewegt; und
(c) Aufrechterhalten des Formungsdrucks vor dem Entlasten bzw. Freigeben der Form auf einem Niveau, das höher als 0 bar ist.

[VOLUMENÄNDERUNG IM HOHLRAUM, HARZ UND
BESCHICHTUNGSMATERIAL]



Beschreibung

- [0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Spritzgießen eines thermoplastischen Harzes, welches die leichte und äußerst vorteilhafte Ausbildung einer Beschichtung, die verschiedene Funktionen haben kann, auf der Oberfläche eines spritzgegossenen Gegenstands, der aus dem thermoplastischen Harz ausgebildet ist, ermöglicht.
- [0002] Auf der Oberfläche eines aus einem thermoplastischen Harz spritzgegossenen Gegenstands wird manchmal eine Beschichtung zur Verbesserung der Oberflächeneigenschaften des spritzgegossenen Gegenstands ausgebildet. Unter einer solchen Beschichtung ist beispielsweise eine Beschichtung aus einer bestimmten Beschichtungszusammensetzung, einer Hartbeschichtung, eine Ultraviolettschutzschicht oder eine nichtanlaufende Beschichtung, um nur einige, wenige Beispiele zu nennen, zu verstehen. Generell wird, nachdem ein spritzgegossener Gegenstand mittels eines Spritzgußverfahrens ausgebildet worden ist, ein separater Verfahrensschritt des Ausbildens einer Beschichtung auf der Oberfläche des spritzgegossenen Gegenstands angewandt, wobei diese Beschichtung verschiedene Funktionen bzw. eine oder mehrere von verschiedenen Funktionen hat. Die Beschichtung wird zum Beispiel durch Aufsprühen eines Beschichtungsmaterials auf den geformten Gegenstand oder durch Eintauchen des geformten Gegenstands in einem Beschichtungsmaterial, das sich im flüssigen Zustand befindet, ausgebildet. Infolgedessen umfaßt ein solches Verfahren zum Herstellen eines Endprodukts, dessen Oberfläche beschichtet ist, zusätzliche Verfahrensschritte. Bei der Herstellung eines spritzgegossenen Gegenstands der vorgenannten Art ergeben sich daher eine Reihe von Problemen, die überwunden werden sollten, und zwar ist es insbesondere erforderlich bzw. erwünscht, die Anzahl der Verfahrensschritte, die bis zur Herstellung bzw. bis zum Erhalten des Endprodukts erforderlich sind, zu vermindern, sowie den Maßstab bzw. das Ausmaß der Produktionseinrichtungen, -anlagen o. dgl. zur Herstellung solcher Gegenstände herabzusetzen sowie die Herstellungs-, Be- bzw. Verarbeitungs- und Behandlungszeit zu vermindern und die Produktionskosten herabzusetzen.
- [0003] Für das Formpressen bzw. Preßformen oder das Spritzgießen von wärme- bzw. hitzhärtbaren Harzen, wie SMC (Platten-, Dünnplatten- oder Folienformungsverbindungen, wobei die hier dafür verwendete Abkürzung SMC von dem englischen Ausdruck "sheet molding compound" abgeleitet ist) und BMC (Massenformungsverbindungen, wobei sich die hier dafür verwendete Abkürzung BMC von dem englischen Ausdruck "bulk molding compound" herleitet), sind einige Verfahren vorgeschlagen worden, in denen eine Beschichtung auf einem Produkt während des Formungsvorfahrens ausgebildet wird.
- [0004] So offenbart die DE 19 65 368 A ein Verfahren zur Herstellung von Schichtstoffartikeln aus mindestens zwei Schichten aus synthetischen, harzartigen Materialien, bei dem mindestens zwei Chargen aus synthetischem, harzartigem Material in eine Form aufeinanderfolgend so injiziert werden, daß die zweite Charge in die erste Charge eindringt, wobei
- (a) die Formhöhlung vollständig mit der ersten Charge aus synthetischem, harzartigem Material ausgefüllt wird,
(b) worauf die Formhöhlung ausgedehnt wird, und
(c) dann die zweite Charge injiziert wird, bevor das harzartige Material aus der ersten Charge verfestigt ist.
- [0005] Demgemäß beinhaltet dieses Verfahren die Herstellung von Schichtstoffen, die einen Kern aus einer spritzgießbaren Kunstrarzzusammensetzung haben, der von einer Oberflächenhaut einer demgegenüber unterschiedlichen spritzbaren Kunstrarzzusammensetzung eingeschlossen ist, wobei das Verfahren im einzelnen gemäß der DE 19 65 368 A wie folgt durchgeführt wird:
- (i) eine vorbestimmte Menge der Hautzusammensetzung wird in einen Formhohlraum eingespritzt, der durch zwei Formhälften begrenzt ist, die mittels einer Klemmkraft zusammengehalten werden, und
(ii) nachfolgend wird eine vorbestimmte Menge der Kernzusammensetzung in das Innere der Menge der Hautzusammensetzung eingespritzt, und
(iii) die Kunstrarzzusammensetzungen werden in dem Formhohlraum gehalten, bis sie erstarrt sind, wobei die vorbestimmte Menge der Kernzusammensetzung in das Innere der Menge der Hautzusammensetzung eingespritzt wird, bevor die Menge der Hautzusammensetzung erstarrt ist,
(iv) wobei dieses bekannte Verfahren dadurch charakterisiert ist, daß der Formhohlraum mit der Hautzusammensetzung gefüllt wird und dann die Klemmkraft reduziert wird und die Kernzusammensetzung so in das Innere der Menge der Hautzusammensetzung eingespritzt wird, daß der Einspritzdruck der Kernzusammensetzung die Formhälften auseinanderzieht und auf diese Weise den Formhohlraum zum Aufnehmen der Kernzusammensetzung, wenn sie eingespritzt wird, vergrößert.
- [0006] Das Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung ist insofern gleichartig mit dem Verfahren nach der DE 19 65 368 A, als nachfolgend auf das Formen der ersten Komponente (die im Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung ein geschmolzenes Harz aus einem thermoplastischen Harz ist, während sie im Verfahren nach der DE 19 65 368 A eine Hautzusammensetzung ist) die Klemmkraft (welche die Formteile zusammenhält) bis zu einem solchen Ausmaß vermindert wird, daß der Einspritzdruck des zweiten Materials (das im Verfahren der vorliegenden Erfindung eine Beschichtungszusammensetzung ist, während es im Verfahren nach der DE 19 65 368 A eine Kernzusammensetzung ist) die Formteile auseinanderdrückt.
- [0007] Zwar ist es so, daß ein Spritzgußgegenstand der vorliegenden Erfindung, sofern er noch keine Beschichtung hat, dem Kern in dem Verfahren der DE 19 65 368 A entspricht und daß die Beschichtung der vorliegenden Erfindung der Oberflächenhaut gemäß der DE 19 65 368 A entspricht.
- [0008] Jedoch wird bei dem vorgenannten bekannten Verfahren im Gegensatz zur vorliegenden Erfindung zuerst eine Hautzusammensetzung in den Formhohlraum eingefüllt und in das Innere dieser Hautzusammensetzung die Kernzusammensetzung eingespritzt.
- [0009] Außerdem ist weder nach der DE 19 65 368 A ein Verfahrensschritt des Aufrechterhaltens des Formdrucks vor

dem Entlasten bzw. Freigeben der Form auf einem Niveau, welches höher als 0 bar ist, vorgesehen. Dadurch ergeben sich – wie die im Rahmen der vorliegenden Erfindung gewonnenen Erkenntnisse zeigen – bei diesem Stand der Technik Probleme dahingehend, daß der Glanz der Oberfläche der Beschichtung bzw. Haut abnimmt, sich die Haftfähigkeit der Beschichtung bzw. Haut an dem thermoplastischen Harz vermindert und die Beschichtung bzw. Haut nicht gleichförmig ist. [0010] Hinsichtlich des Begriffs der "Polymerlegierungen", der in der vorliegenden Beschreibung und in den Patentansprüchen verwendet wird, sei als Beispiel der Artikel "Alloys and Blends" in "MODERN PLASTICS", Mid-October 1994, Seiten 15 bis 17 angegeben.

[0011] Weiterhin sind Verfahren bekannt, bei denen die Hautzusammensetzung auf den aus der Kernzusammensetzung gebildeten Gegenstand in der Form aufgebracht wird. Zum Beispiel offenbart die US 4 076 788 ein Verfahren, in dem ein SMC-Material in einen Raum zwischen einem oberen Formteil und einem unteren Formteil eingespeist wird, diese Formteile zum Formpressen bzw. Preßformen des SMC-Materials geschlossen werden, der erhaltene geformte Gegenstand zur Ausbildung eines Zwischenraums im Abstand von dem oberen Formteil angeordnet wird, während die Formteile dicht geschlossen sind, und ein Beschichtungsmaterial in einer Menge, die kleiner als das Volumen des gebildeten Zwischenraums ist, in den zwischen dem oberen Formteil und dem geformten Gegenstand ausgebildeten Zwischenraum eingeführt wird. In der vorliegenden Beschreibung wird das Verfahren zum Einführen eines Beschichtungsmaterials in einer Menge, die kleiner ist als das Volumen eines Zwischenraums, der zwischen einem aus einem Harz geformten Gegenstand und einer Hohlraumwand gebildet ist, nachstehend als "Beschichtungsmaterial-Kurzschußverfahren" bezeichnet.

[0012] Die US 4 668 460 offenbart ein Verfahren, in dem ein SMC-Material in einen Zwischenraum zwischen einem oberen Formteil und einem unteren Formteil eingespeist wird, diese Formteile zum Formpressen bzw. Preßformen des SMC-Materials geschlossen werden, und ein Beschichtungsmaterial bei einem Druck, der sehr viel größer als der zwischen der Form und dem geformten Gegenstand erzeugte Druck ist, in die Grenze bzw. einen Grenzbereich zwischen der Form und dem erhaltenen geformten Gegenstand eingeführt wird.

[0013] Andererseits sind auf dem Gebiet der Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes einige Verfahren vorgeschlagen worden, in denen eine Beschichtung auf der Oberfläche eines spritzgegossenen Gegenstands während dessen Formungsverfahrensschritt ausgebildet wird. Zum Beispiel offenbart JP 5-301251 (A) ein Verfahren zum Einspritzen eines thermoplastischen Harzes in einen in einer Form gebildeten Hohlraum und dann Einführen und Füllen eines wärme- bzw. hitzhärtbaren Beschichtungsmaterials in einen von einer Beschichtungsoberfläche eines aus dem Harz geformten Gegenstands und der Form gebildeten Raum, nachdem die Formschließkraft vermindert worden ist oder während die Formschließkraft aufrechterhalten wird. In der vorliegenden Beschreibung wird das Verfahren des Einführens und Füllens eines Beschichtungsmaterials in einer Menge, die dem Volumen eines zwischen einem aus einem Harz geformten Gegenstand und einer Form gebildeten Zwischenraums äquivalent ist, als "Beschichtungsmaterial-Vollschußverfahren" bezeichnet.

[0014] Weiter offenbart JP 5-318527 (A) ein Verfahren, in dem ein thermoplastisches Harz eingespritzt wird und dann ein ungehärtetes wärme- bzw. hitzhärtbares Harz in einen Zwischenraum, der durch das Zusammenziehen des thermoplastischen Harzes in einer Form gebildet wird, eingeführt und dann gehärtet wird, um einen aus dem thermoplastischen Harz geformten Gegenstand auszubilden, dessen Oberfläche teilweise mit dem wärme- bzw. hitzhärtbaren Harz beschichtet ist.

[0015] Die in US 4 076 788 und US 4 668 460 offenbarten Verfahren sind sehr wirksam im Überdecken von Fehlern auf der Oberfläche eines geformten Gegenstands, wie Löchern, Preßfehlern und Mulden sowie Einfall- bzw. Einsackstellen, welche beim SMC-Formpressen bzw. -Preßformen problematisch sind. Beim Formpressen bzw. Preßformen wird die auf ein bewegbares Formteil angewandte Formschließkraft alle auf einen bzw. den geformten Gegenstand angewandt. Das heißt, es gilt die Gleichung:

$$\text{Formungsdruck} = (\text{Formschließkraft}) / (\text{projizierter Bereich des geformten Gegenstands}).$$

[0016] Der Formungsdruck kann daher leicht durch Steuern bzw. Regeln der Formschließkraft verändert werden, so daß ein Zwischenraum in dem Hohlraum, in den ein Beschichtungsmaterial eingeführt werden soll, durch Steuern bzw. Regeln der Formschließkraft gleichförmig und leicht gebildet werden kann.

[0017] In dem Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes jedoch wird generell eine Reihe von Formungsschritten ausgeführt, ohne eine Form mit Abstand anzutragen bzw. in Abstand zu bringen und in einem Zustand, in welchem eine vorbestimmte Formschließkraft angewandt wird. Die Formschließkraft wird nicht direkt auf einen geformten Gegenstand sondern vielmehr auf eine bzw. die Form ausgeübt. In diesen Punkten unterscheidet sich das Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes sehr stark von dem Verfahren des Preßformens bzw. Formpressens eines wärme- bzw. hitzhärtbaren Harzes. Es ist daher schwierig, die in US 4 076 788 und US 4 668 460 offenbarten Techniken auf Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes anzuwenden.

[0018] Das heißt, in dem Verfahren des Preßformens bzw. Formpressens eines wärme- bzw. hitzhärtbaren Harzes, wie SMC o. dgl., das in US 4 076 788 und US 4 668 460 offenbart ist, wird immer eine Druck- bzw. Kompressionskraft (Formungsdruck) auf ein Formungsmaterial mittels eines bewegbaren Formteils ausgeübt, und zwar die ganze Zeit über während aller Formungs- und Be- bzw. Verarbeitungsverfahrensschritte. Zum Einführen eines Beschichtungsmaterials auf die Oberfläche des geformten Gegenstandes in der Form ist es daher erforderlich, einen Zwischenraum zwischen der Form und dem Formungsmaterial durch Öffnen der Form und Entlasten bzw. Ausschalten der Kompressions- bzw. Druckkraft (Formungskraft), der durch ein bewegbares Formteil (US 4 076 788) bewirkt wird, zu bilden, oder es ist erforderlich, ein Beschichtungsmaterial mit einem Druck einzuführen, der größer als die Kompressions- bzw. Druckkraft (Formungsdruck) ist, welche durch das bewegbare Formteil verursacht wird (US 4 668 460).

[0019] In dem Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes besteht die Form generell aus einem ortsfesten Formteil und einem bewegbaren Formteil. Das ortsfeste Formteil befindet sich in Kontakt mit dem bewegbaren Formteil, wenn das bewegbare Formteil vor dem Einspritzen eines geschmolzenen thermoplastischen Harzes in einen

- Hohlraum der Form an das ortsfeste Formteil angedrückt bzw. in Schließstellung bezüglich des ortsfesten Formteils gebracht wird. Das geschmolzene Harz wird aus einem Einspritzzyylinder in den Hohlraum eingespritzt, um den Hohlraum mit dem geschmolzenen Harz in einem Zustand zu füllen, in welchem die auf das bewegbare Formteil angewandte Schließkraft durch das ortsfeste Formteil aufgenommen wird. Die Schließkraft wird, um zu verhindern, daß das bewegbare Formteil die Form öffnet, auf das bewegbare Formteil angewandt, während oder nachdem der Hohlraum mit dem geschmolzenen Harz gefüllt wird bzw. gefüllt worden ist. Das heißt, die Schließkraft selbst ist keine Kompressions- bzw. Druckkraft, welche auf das in den Hohlraum eingespritzte geschmolzene Harz ausgeübt wird. Mit anderen Worten bedeutet das, daß die Schließkraft überhaupt nicht direkt dahingehend wirkt, daß sie einen spritzgegossenen Gegenstand bildet (formt).
- 10 [0020] Der obige Zustand bzw. die vorstehend dargelegten Verhältnisse kann bzw. können durch die folgende Gleichung ausgedrückt werden:

$$(\text{Formungsdruck}) \times (\text{projizierter Bereich bzw. Projektionsfläche des geformten Gegenstands}) = (P_I - P_{\text{loss}} + P_{\text{comp}}) \times (\text{projizierte Fläche des geformten Gegenstands}) \leq \text{Schließkraft}$$

- 15 worin P_I = ein bzw. der Einspritzdruck eines bzw. des geschmolzenen Harzes ist, P_{loss} der Druckverlust zur Zeit des Einspritzens des geschmolzenen Harzes ist, P_{comp} ein Kompressionsdruck ist, welchen ein bzw. der Überschuß des eingebrachten geschmolzenen Harzes in dem Hohlraum unter der Schließkraft aufnimmt bzw. empfängt, und die "projizierte Fläche des geformten Gegenstands" eine bzw. die Fläche des geformten Gegenstands ist, die man erhält, wenn der geformte Gegenstand auf eine Ebene projiziert wird, die senkrecht zu der Richtung der Schließkraft ist. In der vorliegenden Beschreibung bezieht sich der Formungsdruck auf einen Druck, welcher durch ein bzw. das in den Hohlraum eingespritzte Harz verursacht wird und welcher, sofern es nicht anderweitig spezifiziert ist, auf die Hohlraumwand ausgeübt wird. Der Formungsdruck kann entsprechend irgendeiner Position des geformten Gegenstands auf bzw. an der Hohlraumwand gemessen werden.
- 20 [0021] In dem Spritzgußverfahren ist daher ein Steuern bzw. Regeln der Schließkraft allein nicht ausreichend zum Steuern bzw. Regeln des Formungsdrucks auf einen gewünschten Wert. Mit anderen Worten bedeutet das, daß der Zwischenraum (Spalt) zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand, in welchen ein Beschichtungsmaterial eingeführt werden soll (ein solcher Zwischenraum wird nachstehend in einigen Fällen einfach als "der Zwischenraum" oder "der Raum" bezeichnet), nicht durch Steuern bzw. Regeln der Schließkraft allein gleichförmig und/oder leicht gebildet werden kann.
- 25 [0022] Wenn die Technik des Einführens eines Beschichtungsmaterials bei einem Druck, der größer als die Kompressionskraft (Formungsdruck) ist, welche durch das bewegbare Formteil bewirkt wird, wie in US 4 668 460 offenbart, auf die Technik des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes angewandt wird, kann nicht notwendigerweise erwartet werden, daß der Druck zum Einführen eines Beschichtungsmaterials höher als die Schließkraft ist, so daß das Beschichtungsmaterial in die Grenze bzw. den Grenzbereich zwischen einem geformten Gegenstand und der Hohlraumwand eingeführt werden kann, und zwar aufgrund der Beziehung (Formungsdruck) \times (projizierte Fläche des geformten Gegenstands) \leq Schließkraft.
- 30 [0023] In den Techniken, die in JP-A-5-301251 und JP-A-5-318527 offenbart sind, schrumpft ein in einen Hohlraum eingespritztes thermoplastisches Harz in seinem Kühl- und Verfestigungsprozeß, so daß dadurch ein Raum bzw. Zwischenraum gebildet wird. Ein Beschichtungsmaterial wird in den resultierenden Raum bzw. Zwischenraum eingeführt. Mit anderen Worten bedeutet das, daß nicht immer das Beschichtungsmaterial in einer Menge, die das Volumen des Raums bzw. Zwischenraums übersteigt, in den Raum bzw. Zwischenraum eingeführt wird. Die obigen Techniken sind anscheinend angemessen als eine Technik zum Ausbilden einer Beschichtung in einem Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes. Jedoch gibt es, wie bereits beschrieben, die Beziehung
- 35 (Formungsdruck) \times (projizierte Fläche des geformten Gegenstands) = $(P_I - P_{\text{loss}} + P_{\text{comp}}) \times (\text{projizierte Fläche des geformten Gegenstands}) \leq \text{Schließkraft}$.
- 40 [0024] Unterdessen ist es zum Ausbilden des Raums bzw. Zwischenraums erforderlich, daß der Formungsdruck 0 bar ist. Jedoch kann selbst dann, wenn das Kühlen des geschmolzenen Harzes in dem Hohlraum bis zur Verfestigung fortgeschreitet, so daß $P_I = P_{\text{loss}} = 0$ erreicht wird, der Formungsdruck nicht auf 0 bar gebracht werden, solange das Glied P_{comp} übrig bleibt. Es ist daher nicht zu erwarten, daß der Raum bzw. Zwischenraum notwendigerweise gebildet wird. Weiter kann die Bildung des Zwischenraums, in den ein Beschichtungsmaterial einzuführen ist, mittels Steuern bzw. Regeln der Schließkraft nicht gleichförmig und/oder leicht ausgeführt werden.
- 45 [0025] Der Formungsdruck differiert in Abhängigkeit von der Form des Hohlraums, der Art des verwendeten geschmolzenen Harzes und/oder der Verfestigungszeit (Kühlzeit) des eingespritzten geschmolzenen Harzes. Es ist daher in keiner Weise gesagt, daß der Zwischenraum gleichförmig und zuverlässig, zum Beispiel durch Anordnen bzw. Bringen des bewegbaren Formteils mit bzw. in Abstand von dem ortsfesten Formteil, gebildet wird.

- [0026] Wie oben erläutert, hängt die Beziehung zwischen der Bildung des Zwischenraums und dem Abnahmebetrag der Schließkraft, oder die Beziehung zwischen der Bildung des Zwischenraums und dem Betrag des Beabstandes des bewegbaren Formteils von dem ortsfesten Formteil von der Größe des Glieds P_{comp} ab. Die Bildung des Zwischenraums kann daher nicht durch einfaches Steuern bzw. Regeln der Schließkraft allein oder durch Bestimmen des Betrags der Beabstandung des bewegbaren Formteils von dem ortsfesten Formteil gleichförmig und/oder leicht ausgeführt werden.
- [0027] Generell schrumpft das Volumen des eingeführten Beschichtungsmaterials. Was das geschmolzene Harz in dem Hohlraum anbetrifft, wird von seiten des Einspritzzyinders einer Spritzgußmaschine ein Verweil- bzw. Haltdruck auf das eingespritzte geschmolzene Harz angewandt, um das geschmolzene Harz in den Hohlraum nachzufüllen bzw. zu ergänzen. Was das Beschichtungsmaterial anbetrifft, sind, nachdem es in den Zwischenraum eingeführt worden ist, generell das eingeführte Beschichtungsmaterial und die Beschichtungsmaterial-Einführungseinrichtung in einem "beziehungsweise"

DE 195 34 982 C 2

hungsunterbrochenen" Zustand. Das heißt, wenn das Beschichtungsmaterial in den Zwischenraum eingeführt wird, wird nicht immer Druck auf das aus der Beschichtungsmaterial-Einführungseinrichtung eingeführte Beschichtungsmaterial ausgeübt. Infolgedessen ergeben insofern Probleme, als der Glanz oder die Glätte der Oberfläche der Beschichtung abnimmt, die Fähigkeit des Haftens der Beschichtung an dem thermoplastischen Harz abnimmt und die Beschichtung nicht gleichförmig ist. Um diese Probleme zu vermeiden, ist es erforderlich, daß das eingeführte Beschichtungsmaterial immer unter einem vorbestimmten Druck an die Hohlraumwand gedrückt wird. Jedoch ist es hinsichtlich der oben genannten JP-A-5-301251 und JP-A-5-318527 so, daß diese Druckschriften weder irgend etwas, was diese Probleme betrifft, offensichtlichen oder anregen noch Mittel zur Lösung dieser Probleme offenbaren oder anregen.

[0028] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher insbesondere, ein Verfahren zum Spritzgießen eines thermoplastischen Harzes zur Verfügung zu stellen, in welchem eine Beschichtung, die verschiedene Funktionen haben kann und ausgezeichnete Eigenschaften hat, in dem Verfahrensschritt des Spritzgießens des thermoplastischen Harzes leicht und zuverlässig auf der Harzoberfläche ausgebildet werden kann.

[0029] Das mit der vorliegenden Erfindung zur Verfügung gestellte Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes, mit welchem die vorstehende Aufgabe gelöst wird, umfaßt die folgenden Verfahrensschritte:

- (a) Einspritzen eines geschmolzenen Harzes aus einem thermoplastischen Harz in einen Hohlraum, der in einer Form vorgesehen ist, die aus einem ortsfesten Formteil und einem bewegbaren Formteil zusammengesetzt ist bzw. ein ortsfestes Formteil und ein bewegbares Formteil umfaßt;
- (b) Einführen einer vorbestimmten Menge eines Beschichtungsmaterials hinein zwischen das Harz in dem Hohlraum und die Hohlraumwand, nachdem das Einspritzen des geschmolzenen Harzes vollendet ist, um es zu ermöglichen, daß das Harz in dem Hohlraum mit dem eingeführten Beschichtungsmaterial komprimiert wird und/oder um es zu ermöglichen, daß sich das bewegbare Formteil in der Formöffnungsrichtung mit dem eingeführten Beschichtungsmaterial bzw. bei eingeführtem Beschichtungsmaterial bewegt; und
- (c) Aufrechterhalten eines Formungsdrucks vor dem Entlasten bzw. Lösen der Form auf einem Niveau, das höher als 0 bar ist.

[0030] Der obige Formungsdruck bezieht auf einen Druck bzw. ist ein Druck, welcher durch das in den Hohlraum eingespritzte Harz und/oder das eingeführte Beschichtungsmaterial bewirkt und auf die Hohlraumwand ausgeübt wird. Der Formungsdruck kann zum Beispiel dadurch gemessen werden, daß irgendeine Position der Hohlraumwand mit einem Drucksensor versehen wird bzw. in irgendeiner Position an der Hohlraumwand ein Drucksensor vorgesehen wird.

[0031] In der ersten bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes, die durch die vorliegende Erfindung zur Verfügung gestellt wird (diese wird nachstehend einfach als "erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung" bezeichnet), wird das Beschichtungsmaterial in einem Zustand eingeführt, in dem der Formungsdruck äquivalent 0 bar ist. Der Zustand, in dem der Formungsdruck äquivalent 0 bar ist, bedeutet, daß der auf die Hohlraumwand ausgeübte Druck oder der auf das Harz in dem Hohlraum ausgeübte Druck atmosphärischer Druck ist. Speziell bezieht sich der obige Zustand auf einen Zustand bzw. ist ein Zustand, in welchem der bzw. ein Zwischenraum zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand gebildet ist, oder auf einen Zustand bzw. ist ein Zustand, in welchem kein Zwischenraum gebildet und kein anderer Druck als atmosphärischer Druck auf die Hohlraumwand durch das in den Hohlraum einspritzte Harz ausgeübt wird.

[0032] In der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorzugsweise ein Verweil- bzw. Druckhalteschritt zwischen den obigen Schritten (a) und (b) aufgenommen bzw. mit eingeschlossen, und das Beschichtungsmaterial wird vorzugsweise zu einer Zeit eingeführt, wenn oder nachdem eine bzw. die Verweil- bzw. Druckhalteperiode beendet ist. In diesem Falle wird das Einführen des Beschichtungsmaterials vorzugsweise 10 bis 120 Sekunden, nachdem die Verweil- bzw. Druckhalteperiode beendet ist, eingeleitet. Wenn das Einführen des Beschichtungsmaterials vor dem Beenden der Verweil- bzw. Druckhalteperiode eingeleitet wird, kann das geschmolzene Harz in dem Hohlraum in eine bzw. die Beschichtungsmaterial-Einführungseinrichtung fließen. Diese Gefahr kann dadurch vermieden werden, daß das Einführen des Beschichtungsmaterials zu dem Zeitpunkt eingeleitet wird, zu dem oder nach dem die Verweil- bzw. Druckhalteperiode beendet wird bzw. ist.

[0033] Das "Verweilen" bzw. "Druckhalten" bezieht sich auf den Vorgang bzw. ist der Vorgang des Anhaltens der Ausübung von Druck auf das geschmolzene Harz in dem Hohlraum von Seiten des Einspritzzyinders einer Spritzgußmaschine durch einen Eingußkanalteil der Form, nachdem das geschmolzene Harz eingespritzt ist. Wenn das Harz in dem Hohlraum gekühlt wird, schrumpft das Harz im Volumen. Jedoch dient das Verweilen bzw. Druckhalten dazu, das geschmolzene Harz in dem bzw. den Hohlraum zu ergänzen und das Gewicht des Harzes in dem Hohlraum zu erhöhen, während bzw. wodurch eine übermäßige Volumenschrumpfung des Harzes als Ganzes in dem Hohlraum unterbunden wird. Dieser Vorgang wird Verweil- bzw. Druckhaltevorgang genannt, und der mittels dieses Vorgangs auf das geschmolzene Harz angewandte Druck ist der Verweil- bzw. Haltedruck. Die Verweil- bzw. Druckhalteperiode (Verweil- bzw. Druckhaltezeit) bezieht sich auf eine Periode (Zeit) bzw. ist eine Periode (Zeit), während welcher der Verweil- bzw. Haltedruck auf das geschmolzene Harz ausgeübt wird, nachdem eine vorbestimmte Menge des geschmolzenen Harzes eingespritzt ist. Während der Verweil- bzw. Druckhalteperiode wird das Harz in dem Eingußkanalteil bis zur Verfestigung gekühlt, so daß das Verweilen bzw. Druckhalten überhaupt nicht dazu dient, das Gewicht des Harzes in dem Hohlraum in einigen Fällen zu erhöhen. Diese Erscheinung wird "Eingußkanalverschluß" genannt. Generell wird ein Eingußkanalverschluß in vielen Fällen beobachtet, wenn der Verweil- bzw. Haltedruck niedrig ist, wenn die Verweil- bzw. Halteperiode lang ist und/oder wenn ein durch Spritzgießen auszubildender Gegenstand eine relativ kleine Dicke hat. Andererseits wird in einigen Fällen das Harz in dem Eingußkanal während der Verweil- bzw. Druckhalteperiode nicht vollständig bis zur Festigkeit abgekühlt, so daß kein Eingußkanalverschluß beobachtet wird. Das heißt, wenn der Verweil- bzw. Haltedruck hoch ist, wenn die Verweil- bzw. Druckhalteperiode kurz ist und/oder wenn ein durch Spritzgießen auszubildender Gegenstand eine relativ große Dicke hat, wird in vielen Fällen kein Eingußkanalverschluß beobachtet.

[0034] In der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die Formschließkraft während einer Zeitdauer

DE 195 34 982 C 2

von dem Beginn des Einspritzens des geschmolzenen Harzes bis zum Entspannen bzw. Lösen der Form auf einem vorbestimmten konstanten Niveau gehalten werden. Dieser Vorgang wird nachstehend zur Vereinfachung als "Hochdruck-Schließbetrieb" bezeichnet, welcher Ausdruck nachfolgend auch den Begriff "Hochdruck-Schließvorgang" mit beinhaltet, und umgekehrt. In diesem Fall wird es bevorzugt, ein thermoplastisches Harz zu verwenden, welches die Beziehung

- 5 $V_{12} \leq V_{10}$ erfüllt, worin V_{12} ein spezifisches Volumen bzw. das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck P_0 , Temperatur T_{12}) ist, V_{10} ein spezifisches Volumen bzw. das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck P_{10} , Temperatur T_{10}) ist, P_{10} ein bzw. der Formungsdruck zu einem Zeitpunkt ist, zu dem die Erhöhung des Gewichts des thermoplastischen Harzes in dem Hohlraum, die durch den Verweil- bzw. Druckhaltevorgang verursacht wird, endet, T_{10} eine bzw. die Temperatur des thermoplastischen Harzes in dem Hohlraum zu dem obigen Zeitpunkt ist, T_{12} eine bzw. die Temperatur des thermoplastischen Harzes in dem Hohlraum unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials ist, und P_0 atmosphärischer Druck ist.

- 10 [0035] In der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann, nachdem der Verweil- bzw. Druckhalteschritt vollendet ist, die Schließkraft der Form auf ein Niveau herabgesetzt werden, das niedriger als jenes der Schließkraft in dem Schritt (a) ist. Dieser Vorgang wird zur Vereinfachung nachstehend als "Niedrigdruck-Schließbetrieb" bezeichnet, welcher Ausdruck nachfolgend auch den Begriff "Niedrigdruck-Schließvorgang" mit beinhaltet, und umgekehrt. In dieser Falle ist, wenn der Niedrigdruck-Schließbetrieb vollendet ist, der Formungsdruck in einigen Fällen 0 bar, und in anderen Fällen ist der Formungsdruck nicht 0 bar, was von der Art des verwendeten thermoplastischen Harzes und den Formungsbedingungen abhängt. In dem letzteren Fall wird es bevorzugt, ein thermoplastisches Harz zu verwenden, welches die Beziehung $V_{12} \leq V_{11}$ erfüllt, worin V_{12} ein spezifisches Volumen bzw. das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck P_0 , Temperatur T_{12}) ist, V_{11} ein spezifisches Volumen bzw. das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck P_{11} , Temperatur T_{11}) ist, P_{11} ein Formungsdruck zu einem Zeitpunkt ist, unmittelbar nachdem die Schließkraft einer bzw. der Form herabgesetzt worden ist, T_{11} eine bzw. die Temperatur des thermoplastischen Harzes in dem Hohlraum zu dem obigen Zeitpunkt ist, T_{12} eine bzw. die Temperatur des thermoplastischen Harzes in dem Hohlraum unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials ist, und

- 20 P_0 atmosphärischer Druck ist.

- [0036] In dem Niedrigdruck-Schließbetrieb wird es, wenn die Schließkraft in dem obigen Schritt (a) die Größe F_{10} hat, und wenn die Schließkraft, die auf ein niedrigeres Niveau herabgesetzt ist, F_{11} ist, bevorzugt, die Beziehung $0 \leq F_{11}/F_{10} \leq 0,3$ zu erfüllen, und es wird mehr bevorzugt, die Beziehung $0 \leq F_{11}/F_{10} \leq 0,1$ zu erfüllen. Wenn der Wert von F_{11}/F_{10} den Betrag 0,3 übersteigt, kann der Kompressionszustand des Harzes in dem Hohlraum, der durch das Einführen des Beschichtungsmaterials verursacht wird, ungleichförmig sein, und die Beschichtung kann in der Dicke ungleichförmig sein, oder die Beschichtung kann nur teilweise auf dem spritzgegossenen Gegenstand ausgebildet sein, und zwar jeweils in einigen Fällen, nämlich in Abhängigkeit von dem verwendeten thermoplastischen Harz und den Formungsbedingungen. Weiter wird es bevorzugt, die Schließkraft innerhalb von 10 Sekunden vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials herabzusetzen.

- 35 [0037] Die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann weiter den Schritt des Herabsetzens der Schließkraft der Form auf Null, nachdem der Verweil- bzw. Druckhalteschritt vollendet ist, umfassen, und dann das Anordnen bzw. Bringen des bewegbaren Formteils mit bzw. in Abstand von dem ortsfesten Formteil in einem Zustand, in welchem der Hohlraum von dem ortsfesten Formteil und dem bewegbaren Formteil gebildet wird. Dieser Vorgang wird nachstehend aus Vereinfachungsgründen als "Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand" bezeichnet, wobei diese Bezeichnung nachfolgend auch den Vorgang des Bringens des bewegbaren Formteils in Abstand von dem ortsfesten Formteil oder den Vorang bzw. Betrieb des Beabstandens des bewegbaren Formteils von dem ortsfesten Formteil mit umfassen soll. In diesem Falle ist, wenn der Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand vollendet ist, der Formungsdruck in einigen Fällen 0 bar, und in anderen Fällen ist der Formungsdruck nicht 0 bar, was von der Art des verwendeten thermoplastischen Harzes und den Formungsbedingungen abhängt. In dem letzteren Fall wird es bevorzugt, ein thermoplastisches Harz zu verwenden, welches die Beziehung $V_{12} \leq V_{11}$ erfüllt, worin V_{12} ein spezifisches Volumen bzw. das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck P_0 , Temperatur T_{12}) ist, V_{11} ein spezifisches Volumen bzw. das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck P_{11} , Temperatur T_{11}) ist, P_{11} ein bzw. der Formungsdruck zu dem Zeitpunkt ist, unmittelbar nachdem das bewegbare Formteil mit Abstand von dem ortsfesten Formteil angeordnet worden ist, T_{11} eine bzw. die Temperatur des thermoplastischen Harzes in dem Hohlraum zu dem obigen Zeitpunkt ist, T_{12} eine bzw. die Temperatur des thermoplastischen Harzes in dem Hohlraum unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials ist, und P_0 atmosphärischer Druck ist.

- 40 [0038] In dem obigen Hochdruck-Schließbetrieb, dem obigen Niedrigdruck-Schließbetrieb oder dem obigen Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand ist es, wenn der durch das Einführen des Beschichtungsmaterials verursachte Formungsdruck p_{Spitze} ist, wünschenswert, daß der Wert von p_{Spitze} die Beziehung $0 < p_{Spitze} \leq 490,5$ bar (500 kp/cm^2), vorzugsweise 49,05 bar (50 kp/cm^2) $\leq p_{Spitze} \leq 294,3$ bar (300 kp/cm^2) erfüllt. Der Formungsdruck P , der durch das in den Hohlraum eingespritzte verursacht wird, ist zu der Zeit, wenn das Beschichtungsmaterial eingeleitet wird, äquivalent 0 bar. Wenn der Wert von p_{Spitze} die Größe 0 bar hat, wird weder das Harz in dem Hohlraum durch das eingeführte Beschichtungsmaterial komprimiert, noch wird das bewegbare Formteil in der Formöffnungsrichtung begewgt. Dieses bedeutet, daß das Beschichtungsmaterial in einer Menge, die dem Volumen des gebildeten Zwischenraums äquivalent ist, eingeführt wird (Beschichtungsmaterial-Vollschußverfahren), oder daß das Beschichtungsmaterial in einer Menge, die kleiner als das Volumen des gebildeten Zwischenraums ist, eingeführt wird (Beschichtungsmaterial-Kurzschußverfahren). In dem obigen Beschichtungsmaterial-Vollschußverfahren oder dem Beschichtungsmaterial-Kurzschußverfahren ist die Ein- bzw. Aufprägbarkeit der Hohlraumwandoberfläche in bzw. auf die Oberfläche der Beschichtung ungenügend, oder die Haftkraft der Beschichtung an dem thermoplastischen Harz ist niedrig. Andererseits kann, wenn der Wert von p_{Spitze} die Größe 490,5 bar (500 kp/cm^2) übersteigt, der Kompressionszustand des Harzes in dem Hohlraum, welcher durch das Einführen des Beschichtungsmaterials bewirkt wird, ungleichförmig sein, so daß die Beschichtung infolgedessen eine ungleichförmige Dicke haben kann oder die Beschichtung nur teilweise auf der Ober-

DE 195 34 982 C 2

fläche des spritzgegossenen Gegenstands ausgebildet werden kann, und zwar jeweils in einigen Fällen. Wenn der Wert von p_{Spitze} in dem obigen Bereich ist, oder wenn das Beschichtungsmaterial, das ein größeres Volumen hat, als es das Volumen des gebildeten Zwischenraums ist, derart eingeführt wird, daß der Wert von p_{Spitze} in den obigen Bereich gebracht wird, kann eine Beschichtung auf der Oberfläche des spritzgegossenen Gegenstands ausgebildet werden, die eine gleichförmige Dicke hat, und die Beschichtung hat eine ausgezeichnete Fähigkeit der Haftung dem thermoplastischen Harz. Das Einführen des Beschichtungsmaterials, das ein Volumen hat, welches größer als das Volumen des gebildeten Zwischenraums ist, wird nachstehend als "Beschichtungsmaterial-Überschußverfahren" bezeichnet (von dem englischen Ausdruck "coating material overshot method").

[0039] In der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es weiter, wenn der Formungsdruck unmittelbar bevor die Form entspannt bzw. gelöst wird, die Größe p' hat, wünschenswert, die folgende Beziehung zu erfüllen: $0 < p'/p_{Spitze} \leq 1,0$, und mehr bevorzugt die Beziehung zu erfüllen: $0,5 \leq p'/p_{Spitze} \leq 1,0$. Wenn der Wert von p'/p_{Spitze} die Größe 0 hat, wird der Formungsdruck nicht auf einem Niveau gehalten, das höher als 0 bar ist. Infolgedessen ist die Ein- bzw. Aufprägbarkeit der Hohlraumwandoberfläche in bzw. auf die Oberfläche der Beschichtung ungenügend, oder die Kraft der Haftung der Beschichtung an dem thermoplastischen Harz ist niedrig. Wenn der Wert von p'/p_{Spitze} in dem obigen Bereich ist, fährt die Hohlraumwand zuverlässiger fort, ihren Druck auf das eingeführte Beschichtungsmaterial und weiter auf das Beschichtungsmaterial, welches schrumpft, auszuüben. Infolgedessen ist die Auf- bzw. Einprägbarkeit der Hohlraumwandoberfläche auf bzw. in die Oberfläche der Beschichtung ausgezeichnet, und die Beschichtung hat eine verbesserte glänzende oder glatte Oberfläche. Weiterhin hat die Beschichtung eine verbesserte Fähigkeit der Haftung an dem thermoplastischen Harz.

[0040] In der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung können der Hochdruck-Schließbetrieb, der Niedrigdruck-Schließbetrieb oder der Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand in Abhängigkeit von der Dicke des spritzgegossenen Gegenstands und der Dicke der auf dem spritzgegossenen Gegenstand auszubildenden Beschichtung ausgewählt werden. Wenn der spritzgegossene Gegenstand eine kleine Dicke hat, wird es bevorzugt, den Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand zu wählen. Wenn der spritzgegossene Gegenstand eine große Dicke hat, wird es bevorzugt, den Hochdruck-Schließbetrieb oder den Niedrigdruck-Schließbetrieb zu wählen. Wenn es beabsichtigt ist, auf dem spritzgegossenen Gegenstand eine Beschichtung auszubilden, die eine große Dicke hat, wird es bevorzugt, den Niedrigdruck-Schließbetrieb zu wählen. Wenn es beabsichtigt ist, die Dicke der Beschichtung weiter zu erhöhen, wird es bevorzugt, den Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand zu wählen.

[0041] Das für die Verwendung in der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung geeignete thermoplastische Harz umfaßt

kristalline Polyolefinharze, wie Polyethylenharze (PE-Harze), Polypropylenharze (PP-Harze), Polymethylpentenharze, Ethylen-Vinylacetat-Copolymere und Ionomere;

Harze von kristalliner Beschaffenheit bzw. Ausformung, wie Polyvinylalkohole, Polyvinylbutyrale und Polyvinylformale;

kristalline technologische Kunststoffe, wie Polyamidharze (PA-Harze), Polybutylenterephthalatharze (PBT-Harze), Polyethylenterephthalatharze (PET-Harze), flüssigkristalline Polyesterharze, Polyacetalharze (POM-Harze), Polyphenylsulfidharze (PPS-Harze) und Polyether-Etherketonharze (PEEK-Harze);

andere kristalline Harze, wie Fluorharze und Acetylcellulosen;

Harze amorpher Beschaffenheit bzw. Ausformung, wie Polyvinylchloride (PVC), Polyvinylidenchloride, Polyvinylacetate, Acrylnitril-Styrol-Copolymerharze (AS-Harze), Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymerharze (ABS-Harze), Acrylnitril-Ethylen-Vinylacetat-Styrol-Copolymer-Harze (AES-Harze), Acrylat-Styrol-Acrylnitril-Copolymer-Harze (ASA-Harze), Acrylnitril-Chloriertes-Polyethylen-Styrol-Harze (ACS-Harze) und Polymethylmethacrylatharze (PMMA-Harze);

amorphe technologische Kunststoffe, wie Polycarbonatharze (PC-Harze), modifizierte Polyphenyl-Etherharze (PPE-Harze), Polyimidharze (PI-Harze), Polyamidimidharze (PAI-Harze), Polyarylatharez, Polysulfonharze, Polyether-Sulfonharze und Polyetherimidharze; und

andere amorphe Harze, wie Polystyrolharze (PS-Harze), Polystyrolharze mit hoher Schlagfestigkeit (HIPS-Harze), Ionomere und thermoplastische Elastomerharze.

[0042] Die obigen thermoplastischen Harze können allein oder in Kombination verwendet werden. Weiter können Polymerlegierungen verwendet werden, die aus wenigstens einem der obigen thermoplastischen Harze als einer Hauptkomponente und wenigstens einem wärme- bzw. hitzhärtbaren Harz, zum Beispiel einem Polyurethanharz, einem ungesättigten Polyesterharz, einem Epoxyharz, einem Phenolharz oder einem Melaminharz, als Hilfs- oder Zusatzkomponente zusammengesetzt sind, sowie ein Verbundmaterial, das durch Verstärken von irgendeinem der obigen Materialien einschließlich der Polymerlegierungen mit wenigstens einer Verstärkung, wie einem faserigen Füllmaterial und/oder einem schuppen- bzw. schalenartigen Füllmaterial, hergestellt ist. Es wird insbesondere bevorzugt, amorphe thermoplastische Harze zu verwenden, welche nicht verstärkt sind, oder amorphe harzreiche Polymerlegierungen, welche nicht verstärkt sind. Das in der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendete thermoplastische Harz ist nicht speziell beschränkt, obwohl es manchmal in Abhängigkeit von der Verträglichkeit bzw. Kompatibilität mit dem zu verwendenden Beschichtungsmaterial beschränkt sein kann. Ob nun das thermoplastische Harz amorph ist oder nicht, wird generell in Abhängigkeit davon bestimmt, ob es einen deutlichen Schmelzpunkt (eine Temperatur, bei welcher es eine scharfe Wärmeabsorption aufweist), wenn dieser durch Differentialabtastkalorimetrie (DSC) gemessen wird, zeigt oder nicht. Jene thermoplastischen Harze, die keinen deutlichen Schmelzpunkt zeigen, sind amorph, und jene thermoplastischen Harze, die deutliche Schmelzpunkte aufweisen, sind kristallin.

[0043] In der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Form oder Gestalt des herzustellenden spritzgegossenen Gegenstandes nicht speziell beschränkt.

[0044] In der zweiten bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes, welche von der vorliegenden Erfindung zur Verfügung gestellt wird (die nachstehend vereinfacht als "zweite Aus-

DE 195 34 982 C 2

führungsform der vorliegenden Erfindung" bezeichnet wird), wird das Beschichtungsmaterial in einem Zustand einge-führt, in dem der durch das in den Hohlraum eingespritzte Harz verursachte Formungsdruck P höher als 0 bar ist. Speziell wird das Beschichtungsmaterial in einem Zustand eingeführt, in welchem kein Zwischenraum zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand gebildet ist.

5 [0045] In der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Verweil- bzw. Druckhalteschritt zwischen den obigen Schritten (a) und (b) mit inbegriffen, und das Beschichtungsmaterial wird vorzugsweise zu einer Zeit einge-führt, wenn oder nachdem die Verweil- bzw. Druckhalteperiode beendet wird bzw. ist.

[0046] In dem obigen Fall ist die Verweil- bzw. Druckhalteperiode nach dem Einspritzen des geschmolzenen Harzes in den Hohlraum wenigstens 3 Sekunden, und der Verweil- bzw. Haltedruck ist wenigstens 294,3 bar (300 kp/cm²). Wenn der Verweil- bzw. Haltedruck geringer als 294,3 bar (300 kp/cm²) ist, und wenn die Verweil- bzw. Druckhalteperiode weniger als 3 Sekunden ist, neigt der Formungsdruck P unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials manch-mal dazu, auf 0 bar abzunehmen. Wenn der Formungsdruck abnimmt, wie hier beschrieben, ist es nicht länger möglich, das Ausüben von Druck auf das Harz in dem Hohlraum oder das eingeführte Beschichtungsmaterial, abhängig von den Formungsbedingungen, dem thermoplastischen Harz und dem verwendeten Beschichtungsmaterial, fortbestehen zu las-sen; so daß die Ein- bzw. Aufprägbarkeit der Hohlraumwandoberfläche in bzw. auf die Oberfläche der Beschichtung un-gentigend ist, oder daß die Beschichtung eine geringe Fähigkeit der Haftung an dem thermoplastischen Harz hat, und zwar in einigen Fällen. Andererseits wird, wenn die Werte des Verweil- bzw. Haltedrucks und der Verweil- bzw. Druck-halteperiode in den obigen Bereichen eingestellt sind, und ein Überschuß des Harzes in den Hohlraum gefüllt wird, er-reicht, daß das Beschichtungsmaterial in einem Zustand eingeführt werden kann, in welchem der Formungsdruck P hö-her als 0 bar ist, und es wird auch möglich gemacht, das Ausüben von Druck auf das in die Grenze bzw. den Grenzbereich zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand eingeführte Beschichtungsmaterial fortbestehen zu lassen.

[0047] Wenn das Einführen des Beschichtungsmaterials eingeleitet wird, bevor die Verweil- bzw. Druckhalteperiode beendet ist, kann das geschmolzene Harz in dem Hohlraum in eine bzw. die Beschichtungsmaterial-Einführungseinrich-tung fließen. Diese Gefahr kann dadurch vermieden werden, daß die Einführung des Beschichtungsmaterials zu einem Zeitpunkt eingeleitet wird, zu oder nach dem die Verweil- bzw. Druckhalteperiode beendet wird bzw. ist. Weiter wird es bevorzugt, die Einführung des Beschichtungsmaterials innerhalb von 5 Sekunden, nachdem die Verweil- bzw. Druckhal-teperiode beendet ist, zu beginnen, und in diesem Fall kann die Haftfähigkeit der Beschichtung an dem thermoplasti-schen Harz weiter verbessert werden.

[0048] In der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die Schließkraft auf einem vorbestimmten konstanten Niveau während einer Zeitdauer von dem Beginn des Einspritzens des geschmolzenen Harzes bis zum Ent-spannen bzw. Lösen der Form aufrechterhalten werden. Das heißt, ein Hochdruck-Schließbetrieb kann angewandt wer-den.

[0049] In der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann, nachdem der Verweil- bzw. Druckhalte-schritt vollendet ist, die Schließkraft auf ein Niveau herabgesetzt werden, das niedriger als jenes der Schließkraft zu der Zeit des Einspritzens des geschmolzenen Harzes ist. Das heißt, es kann ein Niedrigdruck-Schließbetrieb angewandt wer-den. In diesem Falle ist es wünschenswert, daß die Beziehung $0 \leq F_{21}/F_{20} \leq 0,3$, mehr bevorzugt $0 \leq F_{21}/F_{20} \leq 0,1$ erfüllt wird, worin F_{20} die Schließkraft in dem obigen Schritt (a) ist und F_{21} die herabgesetzte Schließkraft ist. Der durch das Harz unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials verursachte Formungsdruck wird dadurch herabge-setzt, so daß eine gleichförmige Beschichtung zuverlässig auf der Harzoberfläche ausgebildet werden kann.

[0050] In der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist weiter der Verfahrensschritt des Herabsetzens der Schließkraft der Form auf Null, nachdem der Verweil- bzw. Druckhalteschritt vollendet ist, und dann das Anordnen der bewegbaren Formteile im bzw. in Abstand von dem ortsfesten Formteil in einem bzw. einen Zustand, in welchem der bzw. ein Hohlraum von dem ortsfesten Formteil und dem bewegbaren Formteil gebildet wird, mit eingeschlossen. Das heißt, der Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand kann angewandt werden. In diesem Falle wird der durch das Harz verursachte Formungsdruck unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials dadurch auch vermindert, so daß eine gleichförmige Beschichtung zuverlässig auf der Harzoberfläche ausgebildet werden kann.

[0051] In dem obigen Hochdruck-Schließbetrieb, dem obigen Niedrigdruck-Schließbetrieb und dem obigen Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand ist es in der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfin-dung bevorzugt, ein thermoplastisches Harz zu verwenden, welches die Beziehung $V_2 > V_{22}$ erfüllt, worin V_{22} ein spe-zifisches Volumen bzw. das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck P_{22} , Tem-peratur T_{22}) ist, V_2 ein spezifisches Volumen bzw. das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Be-dingungen (Druck P_0 , Temperatur T_{22}) ist, P_{22} ein bzw. der Formungsdruck ist, der durch das Harz zu dem Zeitpunkt un-mittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials verursacht wird, T_{22} eine bzw. die Temperatur des Harzes in dem Hohlraum zu dem obigen Zeitpunkt ist, und P_0 atmosphärischer Druck ist.

[0052] In der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird in irgendeinem der folgenden Betriebe, näm-lich Hochdruck-Schließbetrieb, Niedrigdruck-Schließbetrieb und Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand, das Beschichtungsmaterial in die Grenze bzw. den Grenzbereich zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand in einem Zustand eingeführt, in welchem der Formungsdruck P höher als 0 bar ist. Obwohl das von dem verwendeten thermoplastischen Harz, etc. abhängt, ist es so, daß der Formungsdruck vor dem Entspannen bzw. Lösen der Form in einigen Fällen aufgrund des Harzes in dem Hohlraum und des Beschichtungsmaterials höher als 0 bar ist, der Formungsdruck vor dem Entspannen bzw. Lösen der Form in einigen Fällen nur aufgrund des Harzes in dem Hohlraum höher als 0 bar ist, oder der Formungsdruck vor dem Entspannen bzw. Lösen der Form in einigen Fällen aufgrund des Beschichtungsmaterials allein höher als 0 bar ist.

[0053] In dem obigen Hochdruck-Schließbetrieb, dem obigen Niedrigdruck-Schließbetrieb und dem obigen Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand ist es wünschenswert, daß der Formungsdruck unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials die Beziehung $0 < P \leq 490,5$ bar (500 kp/cm²), mehr bevorzugt $0 < P < 294,3$ bar (300 kp/cm²) erfüllt. Wenn der Wert von P die Größe von 490,5 bar (500 kp/cm²) übersteigt, ist es wahrschein-

DE 195 34 982 C 2

lich, daß das Beschichtungsmaterial in jenen Teil bzw. Bereich des geschmolzenen Harzes fließt, welches zum Schrumpfen neigt, und als Ergebnis hiervon besteht die Neigung zu dem Problem, daß die Dicke der Beschichtung abnimmt oder ungleichförmig ist oder die Beschichtung nur auf einem Teil des spritzgegossenen Gegenstands ausgebildet wird. Wenn der Wert von P in dem obigen Bereich ist, kann das Beschichtungsmaterial zuverlässig in die Grenze bzw. den Grenzbereich zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand eingeführt werden.

[0054] In der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es weiter wünschenswert, daß der Formungsdruck P_{Spitze} unmittelbar nach dem Einführen des Beschichtungsmaterials die Beziehung $0 < P_{Spitze} \leq 490,5$ bar (500 kp/cm 2), mehr bevorzugt $0 < P_{Spitze} \leq 294,3$ bar (300 kp/cm 2) erfüllt. P_{Spitze} ist ein Formungsdruck, der durch das Einspritzen des Harzes verursacht wird, oder durch das Einspritzen des Harzes und das Einführen des Beschichtungsmaterials, und es ist ein Spitzenvwert. Der Wert von P_{Spitze} wird bestimmt durch den Formungsdruck unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials, die Flexibilität des Harzes in dem Hohlraum und die Leichtigkeit, mit welcher sich das bewegbare Formteil bewegt. Wenn der Wert von P_{Spitze} die Größe von $490,5$ bar (500 kp/cm 2) übersteigt, kann die Dicke der Beschichtung ungleichförmig sein, oder die Beschichtung kann nur teilweise auf dem spritzgegossenen Gegenstand ausgebildet sein, und zwar in einigen Fällen. Wenn der Wert von P_{Spitze} die Größe von 0 bar hat, ist die Ein- bzw. Aufprägbarkeit der Hohlraumwandoberfläche in bzw. auf die Oberfläche der Beschichtung ungenügend, oder die Beschichtung weist eine niedrige Fähigkeit der Haftung an dem thermoplastischen Harz auf.

[0055] In der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann ein aktueller Spritzgußtest zum angemessenen Auswählen des Hochdruck-Schließbetriebs, des Niedrigdruck-Schließbetriebs oder des Betriebs des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand ausgeführt werden, und zwar in Abhängigkeit von dem verwendeten thermoplastischen Harz und einem verstärkten bzw. verstärkenden Harz mit oder ohne eine Verstärkung.

[0056] Das thermoplastische Harz, welches für die Verwendung in der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung geeignet ist, umfaßt

kristalline Polyolefinharze, wie beispielsweise Polyethylenharze (PE-Harze), Polypropylenharze (PP-Harze), Polymethylpentenharze, Ethylen-Vinylacetat-Copolymere und Ionomere;

Harze kristalliner Beschaffenheit bzw. Ausformung, wie Polyvinylalkohole, Polyvinylbutyrale und Polyvinylformale; kristalline technologische Kunststoffe, wie beispielsweise Polyamidharze (PA-Harze), Polybutylenterephthalatharze (PBT-Harze), Polyethylenterephthalatharze (PET-Harze), flüssigkristalline Polyesterharze, Polyacetalharze (POM-Harze), Polyphenylensulfidharze (PPS-Harze) und Polyether-Etherketonharze (PEEK-Harze); andere kristalline Harze, wie beispielsweise Fluorharze und Acetylcellulosen;

Harze amorpher Beschaffenheit bzw. Ausformung, wie beispielsweise Polyvinylchloride (PVC), Polyvinylidenchloride, Polyvinylacetate, Acrylnitrilstyrol-Copolymerharze (AS-Harze), Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymerharze (ABS-Harze), Acrylnitril-Ethylen-Vinylacetat-Styrol-Copolymer-Harze (AES-Harze), Acrylat-Styrol-Acrylnitril-Copolymer-Harze (ASA-Harze), Acrylnitril-Chloriertes-Polyethylen-Styrol-Harze (ACS-Harze) und Polymethylmethacrylatharze (PMMA-Harze);

amorphe technologische Kunststoffe, wie beispielsweise Polycarbonatharze (PC-Harze), modifizierte Polyphenyl-Etherharze (PPE-Harze), Polyimidharze (PI-Harze), Polyamidimidharze (PAI-Harze), Polyarylatharze, Polysulfonharze, Polyether-Sulfonharze und Polyetherimidharze; und

andere amorphe Harze, wie beispielsweise Polystyrolharze (PS-Harze), Polystyrolharze mit hoher Schlagfestigkeit (HIPS-Harze), Ionomere und thermoplastische Elastomerharze.

[0057] Die obigen thermoplastischen Harze können allein oder in Kombination verwendet werden. Weiter können Polymerlegierungen verwendet werden, die zusammengesetzt sind aus wenigstens einem der obigen thermoplastischen Harze als Hauptkomponente und wenigstens einem wärme- bzw. hitzehärtbaren Harz, beispielsweise einem Polyurethanharz, einem ungesättigten Polyesterharz, einem Epoxyharz, einem Phenolharz oder einem Melaminharz, als Hilfs- bzw. Zusatzkomponente, und ein Verbundmaterial, das durch Verstärken von irgendeinem der obigen Materialien einschließlich der Polymerlegierungen mit wenigstens einer Verstärkung, wie einem faserigen Füllmaterial oder einem schuppen- bzw. schalenartigen Füllmaterial, hergestellt ist. Es wird insbesondere bevorzugt, ein kristallines thermoplastisches Harz oder eine kristalline harzreiche Polymerlegierung zu verwenden. Das in der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendete thermoplastische Harz ist nicht speziell beschränkt, obwohl es manchmal in Abhängigkeit von der Verträglichkeit bzw. Kompatibilität mit dem zu verwendenden Beschichtungsmaterial beschränkt sein kann.

[0058] Die Form oder Gestalt des in der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellten spritzgegossenen Gegenstands ist nicht speziell beschränkt, obwohl es bevorzugt wird, das Spritzgußverfahren gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung auf die Herstellung eines geformten Gegenstands anzuwenden, welcher aus einem kristallinen thermoplastischen Harz oder einer kristallinen harzreichen Polymerlegierung ausgebildet ist und eine Dicke von wenigstens 3 mm hat. Wenn ein spritzgegossener Gegenstand hergestellt wird, der eine Dicke von 3 mm oder mehr hat, schrumpft das in den Hohlraum eingespritzte geschmolzene Harz in der Dickenrichtung des spritzgegossenen Gegenstands in einem großen Ausmaß. Infolgedessen wird leicht ein Zwischenraum zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand gebildet. Wenn das Beschichtungsmaterial eingeführt wird, nachdem der vorstehende Zwischenraum gebildet worden ist, ist die Verfestigung der Harzoberfläche beträchtlich fortgeschritten, und die Haftkraft zwischen der Beschichtung und dem spritzgegossenen Gegenstand neigt dazu, abzunehmen.

[0059] Das Beschichtungsmaterial, das in dem Spritzgußverfahren der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann, umfaßt Oxidations-Polymerisations-Beschichtungsmaterialien bzw. oxidationspolymerisierbare Beschichtungsmaterialien, wie beispielsweise alkydharzhaltige, epoxharzesterhaltige und fetsäuremodifizierte-urethanharzhaltige Beschichtungsmaterialien; Mehrfachpackungs- bzw. -schichtungs-Beschichtungszusammensetzungen, wie beispielsweise epoxyharzhaltige, polyurethanhaltig und ungesättigte Polyester enthaltende Beschichtungszusammensetzungen; wärme- bzw. hitzehärtbare Beschichtungsmaterialien, wie z. B. alkydharzhaltige, epoxyharzhaltige, polyurethanhaltige und vinylharzhaltige Beschichtungsmaterialien; Epoxyacrylatoligomere, Urethanacrylatoligomere, Polyesteracrylatoligomere; Radikalpolymerisierbare Beschichtungszusammensetzungen, die wenigstens irgendeines der obigen Oligomere und we-

DE 195 34 982 C 2

nigstens ein ethylenisch ungesättigtes Monomer enthalten; eine funktionelle Beschichtungszusammensetzung, die durch Inkorporieren wenigstens eines speziellen Zusatzes, wie z. B. wenigstens eines Metallpulvers, wenigstens eines speziellen Pigments und/oder wenigstens eines Ultraviolettabsorbers, in irgendeines der obigen Beschichtungsmaterialien oder irgendeine der obigen Beschichtungszusammensetzungen hergestellt sind; einen fluorkohlenstoffhaltigen Lack oder Firnis, einen siliconharzhaltigen Lack oder Firnis; und/oder ein Hartbeschichtungsmittel, wie ein silanhaltiges Hartbeschichtungsmittel.

[0060] In dem Spritzgußverfahren der vorliegenden Erfindung bzw. gemäß der zweiten Ausführungsform der Erfindung wird eine vorbestimmte Menge an Beschichtungsmaterial hinein zwischen das Harz in den Hohlraum und die Hohlraumwand derart eingeführt, daß das Harz in dem Hohlraum mit dem eingeführten Beschichtungsmaterial komprimiert wird und/oder daß sich das bewegbare Formteil in der Formöffnungsrichtung bewegt. Die Dicke der auf der Oberfläche des Harzes in dem Hohlraum gebildeten Beschichtung kann durch Einführen einer vorbestimmten Menge des Beschichtungsmaterials genau gesteuert werden. Weiter ist die obige vorbestimmte Menge des Beschichtungsmaterials eine Menge, die zum Komprimieren des Harzes in dem Hohlraum und/oder zum Bewegen des bewegbaren Formteils in der Formöffnungsrichtung genügend ist. Mit anderen Worten bedeutet das, daß die obige vorbestimmte Menge des Beschichtungsmaterials eine Menge ist, die größer als das Volumen eines bzw. des Zwischenraums ist, selbst wenn sich der bzw. ein Zwischenraum zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand gebildet hat. Das heißt, das Beschichtungsmaterial wird übermäßig in den Zwischenraum gefüllt (Beschichtungsmaterial-Überschußverfahren). Der Zustand, in welchem das Beschichtungsmaterial eingeführt wird, d. h. ob das Beschichtungsmaterial unter Zusammendrücken der Oberfläche des Harzes in dem Hohlraum eingeführt wird oder nicht, ob das Beschichtungsmaterial unter Anordnen bzw. Bringen des bewegbaren Formteils in einem gewissen Ausmaß mit bzw. in Abstand von dem ortsfesten Formteil eingeführt wird oder nicht, oder ob das Beschichtungsmaterial unter Anwendung dieser beiden Funktionen eingeführt wird oder nicht, hängt von dem Druck für das Einführen des Beschichtungsmaterials, der Schließkraft und der Flexibilität des Harzes ab.

[0061] Generell schrumpft das eingeführte Beschichtungsmaterial im Volumen. In dem Spritzgußverfahren der vorliegenden Erfindung wird jedoch das Beschichtungsmaterial manchmal übermäßig eingefüllt, und der Formungsdruck vor dem Entspannen bzw. Lösen der Form wird auf einem Niveau gehalten, das höher als 0 bar ist. Das heißt, die Hohlraumwand übt immer einen Druck auf das eingeführte Beschichtungsmaterial aus. Infolgedessen können Probleme zuverlässig vermieden werden, die darin bestehen, daß der Glanz oder die Glätte der Beschichtung abnimmt, daß die Beschichtung eine verminderte Haftung an dem thermoplastischen Harz hat und daß die Beschichtung ungleichförmig ist. Wenn ein Zwischenraum zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials gebildet worden ist, wird das Beschichtungsmaterial übermäßig in den Zwischenraum eingefüllt, so daß der Formungsdruck vor dem Entspannen bzw. Lösen der Form auf einem Niveau gehalten werden kann, das höher als 0 bar ist. Andererseits wird, wenn das Beschichtungsmaterial in einem Zustand eingeführt wird, in welchem der durch das in den Hohlraum eingespritzte Harz verursachte Formungsdruck P höher als 0 bar ist, der Formungsdruck vor dem Entspannen bzw. Lösen der Form sowohl aufgrund des Beschichtungsmaterials als auch des Harzes in dem Hohlraum oder aufgrund des Beschichtungsmaterials allein auf einem Niveau gehalten, das höher als 0 bar ist.

[0062] Generell ist es so, daß, wenn das thermoplastische Harz ein amorphes Harz oder eine amorphe Harzlegierung ist, welches bzw. welche nicht verstärkt ist, selbst nachdem das Harz in der Nähe der Hohlraumwand eine Verfestigung zu erfahren beginnt, das von der Hohlraumwand entfernte Harz in einem geschmolzenen Zustand ist, und es gibt keine klare Grenze zwischen einem verfestigten Harzteil bzw. -bereich und einem bzw. dem Harz in einem bzw. dem geschmolzenen Zustand. Wenn das Beschichtungsmaterial in der Abwesenheit eines Zwischenraums (Spalt) zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand eingeführt wird, während das Harz in dem obigen Zustand ist, wird das Harz in dem Hohlraum durch das Beschichtungsmaterial komprimiert, was zu einem ungleichförmigen Kompressionszustand führt. Das eingeführte Beschichtungsmaterial neigt daher unter diesen Bedingungen dazu, eine ungleichförmige Dicke zu haben bzw. zu bekommen.

[0063] In dem obigen Fall wird die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung angewandt, in welcher das Beschichtungsmaterial in einen Zwischenraum zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand eingeführt wird, wodurch die resultierende Beschichtung aus dem Beschichtungsmaterial eine gleichförmige Dicke hat bzw. erhält. Der Zwischenraum zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand kann unter Verwendung eines thermoplastischen Harzes gebildet werden, welches die Bedingung $V_{12} \leq V_{10}$ (im Hochdruck-Schließbetrieb), $V_{12} \leq V_{11}$ (im Niedrigdruck-Schließbetrieb) oder $V_{12} \leq V'_{11}$ (im Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand) erfüllt.

[0064] Wenn sich das in den Hohlraum eingespritzte geschmolzene Harz abgekühlt und verfestigt hat, sind die ersten beiden Glieder des Ausdrucks

$$P_I - P_{loss} + P_{comp}$$

von der Größe 0 bar. Weiter kann der Wert von P_{comp} in der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zuverlässig auf 0 bar gebracht werden, indem ein thermoplastisches Harz verwendet wird, welches die Beziehung $V_{12} \leq V_{10}$ (im Hochdruck-Schließbetrieb), $V_{12} \leq V_{11}$ (im Niedrigdruck-Schließbetrieb) oder $V_{12} \leq V'_{11}$ (im Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand) erfüllt. Das heißt, der Formungsdruck P kann auf 0 bar gebracht werden. Daher wird zuverlässig ein Zwischenraum (Spalt) zwischen der Oberfläche des spritzgegossenen Gegenstands und der Hohlraumwand gebildet, und als Ergebnis hiervon kann das Beschichtungsmaterial zuverlässig in den Zwischenraum (Spalt) eingeführt werden.

[0065] In der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird das Beschichtungsmaterial in die Grenze bzw. den Grenzbereich zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand eingeführt, bevor der durch das in den Hohlraum eingespritzte Harz wirkte Formungsdruck nicht vollständig abgenommen hat, d. h., in einem Zustand, in welchem der Formungsdruck P höher als 0 bar ist. Anders als in den Techniken, die in JP-A-5-301251 und JP-A-5-

DE 195 34 982 C 2

318527 offenbart sind, wird kein Zwischenraum (oder Spalt) zwischen der Hohlräumwand und dem thermoplastischen Harz, welches in den Hohlräum eingespritzt worden ist und begonnen hat, sich abzukühlen und zu verfestigen, gebildet. In diesem Zustand wird das Beschichtungsmaterial eingeführt, so daß zuverlässig ein Druck auf das Beschichtungsmaterial ausgeübt wird, welches eingeführt worden ist und weiter eine Schrumpfung erfährt. Infolgedessen ist die Ein- bzw. Aufprägbarkeit der Hohlräumwandoberfläche in bzw. auf die Oberfläche der Beschichtung ausgezeichnet, und die Beschichtung hat eine verbesserte glänzende oder glatte Oberfläche. Weiter hat die Beschichtung eine verbesserte Fähigkeit der Haftung an dem thermoplastischen Harz.

[0066] Außerdem bleibt, wenn eines thermoplastischen Harz verwendet wird, welches die Bedingung $V_2 > V_{22}$ erfüllt, das Glied P_{comp} erhalten, selbst wenn das in den Hohlräum eingespritzte geschmolzene Harz gekühlt und verfestigt wird bzw. ist, so daß der Formungsdruck P unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials zuverlässig auf einem Zustand von $P > 0$ gebracht wird. Infolgedessen wird kein Zwischenraum zwischen dem Harz in den Hohlräum und der Hohlräumwand gebildet, und das Beschichtungsmaterial kann zuverlässig in die Grenze bzw. den Grenzbereich zwischen dem Harz in dem Hohlräum und der Hohlräumwand eingeführt werden.

[0067] Der Formungsdruck p_{Spitze} oder P_{Spitze} unmittelbar nach dem Einführen des Beschichtungsmaterials ist vorzugsweise über 0 bar und nicht mehr als 490,5 bar (500 kp/cm^2). Der Formungsdruck hängt von dem Formungsdruck unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials, der Flexibilität des Harzes in dem Hohlräum und der Leichtigkeit, mit welcher sich das bewegbare Formteil bewegt, ab. Die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung oder die zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann angemessen ausgewählt werden, und gleichzeitig kann der Schließbetrieb (Hochdruck-Schließbetrieb, Niedrigdruck-Schließbetrieb oder Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand) angemessen gewählt werden, so daß der Formungsdruck p_{Spitze} oder P_{Spitze} unmittelbar nach der Einführung des Beschichtungsmaterials in den obigen Bereich gebracht wird. Eine optimale Kombination kann in Abhängigkeit von der Art des verwendeten thermoplastischen Harzes, der Flexibilität des Harzes in dem Hohlräum unmittelbar vor der Einführung des Beschichtungsmaterials, der Menge des einzuführenden Beschichtungsmaterials (Dicke der auf der Oberfläche eines spritzgegossenen Gegenstands auszubildenden Beschichtung) und der Dicke und Form des spritzgegossenen Gegenstands bestimmt werden. Wenn zum Beispiel das thermoplastische Harz ein amorphes Harz oder eine amorphe Harzlegierung ist, welches bzw. welche nicht verstärkt ist, wird es bevorzugt, die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung anzuwenden. Wenn das thermoplastische Harz ein kristallines thermoplastisches Harz oder eine kristalline harzreiche Polymerlegierung ist, und wenn ein spritzgegossener Gegenstand hergestellt wird, der eine Dicke von 3 mm oder mehr hat, wird es bevorzugt, die zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung anzuwenden. In diesen Fällen wird der Schließbetrieb angemessen derart gewählt, daß p_{Spitze} oder P_{Spitze} in den vorbestimmten Bereich gebracht wird, und zwar in Abhängigkeit von der Menge des einzuführenden Beschichtungsmaterials.

[0068] Änderungen in dem Volumen des Hohlräums, dem Volumen eines bzw. des Harzes in dem Hohlräum und dem Volumen des Beschichtungsmaterials in der ersten und zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden nachstehend näher angegeben. Die nachstehend verwendeten Symbole haben die nachfolgend angegebenen Definitionen. In den Zusätzen zu einem Zeichen geben "v", "C" ein bzw. das Volumen an, das sich auf den Hohlräum bezieht, "R" gibt ein bzw. das Volumen an, das sich auf ein geschmolzenes Harz oder ein Harz bezieht, und "F" gibt ein bzw. das Volumen an, das sich auf ein bzw. das Beschichtungsmaterial oder eine bzw. die Beschichtung bezieht. Weiter gibt die Zahl "0" grundsätzlich einen bzw. den Wert eines bzw. des Standardvolumens an, "1" gibt einen bzw. den Wert eines bzw. des Volumens nach dem Niedrigdruck-Schließbetrieb oder dem Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand an, "2" gibt einen bzw. den Wert eines bzw. des Volumens unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials an, "3" gibt einen bzw. den Wert eines bzw. des Volumens unmittelbar nach dem Einführen des Beschichtungsmaterials an, "4" gibt einen bzw. den Wert eines bzw. des Volumens unmittelbar vor dem Entspannen bzw. Lösen der Form an, und "5" gibt einen bzw. den Wert eines bzw. des Volumens nach dem Entspannen bzw. Lösen der Form an. Das Inkrement des Volumens des Hohlräums basiert auf dem Volumen (v_{co}) des Hohlräums unmittelbar vor dem Einspritzen eines bzw. des geschmolzenen Harzes. Fig. 1 zeigt schematisch Änderungen in den Volumina des Hohlräums, des geschmolzenen Harzes oder des Harzes und des Beschichtungsmaterials oder der Beschichtung. In Fig. 1 ist die Änderung in dem Volumen des Hohlräums durch die linken Endpositionen des bewegbaren Formteils relativ zu der Standardlinie gezeigt. In zweiziffrigen Zusätzen zu den Buchstaben "V" und "P" gibt die Zahl "1" in der Position der Einheit 10 die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung an, und die Zahl "2" in der Position der Einheit 10 gibt die zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung an. Weiter gibt die Zahl "0" in der Position der Einheit 1 einen Wert zu einem Zeitpunkt an, in welchem die Gewichtszunahme des Harzes in dem Hohlräum vollendet ist; die Zahl "1" in der Position der Einheit 1 gibt einen Wert nach dem Niedrigdruck-Schließbetrieb oder dem Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand an, die Zahl "2" in der Position der Einheit 1 gibt einen Wert unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials an, und die Zahl "4" in der Position der Einheit 1 gibt einen Wert unmittelbar vor dem Entspannen bzw. Lösen der Form an.

[0069] v_{co} : Ein bzw. das Hohlräumvolumen unmittelbar vor dem Einspritzen von geschmolzenem Harz (Standardwert des Hohlräumvolumens).

[0070] Δv_{C0} : Ein bzw. das Inkrement des Hohlräumvolumens zu einem bzw. dem Zeitpunkt, in welchem die Gewichtszunahme des Harzes in dem Hohlräum, die durch den Verweil- bzw. Druckhaltevorgang verursacht wird, vollendet ist, wenn das bewegbare Formteil durch das Einspritzen von geschmolzenem Harz in der Formöffnungsrichtung bewegt wird (0 in einigen Fällen, was von der Form und den Einspritzbedingungen abhängt).

[0071] Δv_{C1} : Ein bzw. das Inkrement des Hohlräumvolumens, wenn das bewegbare Formteil durch den Niedrigdruck-Schließbetrieb oder den Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand in der Formöffnungsrichtung bewegt wird.

[0072] Δv_{C2} : Ein bzw. das Inkrement des Hohlräumvolumens unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials (0 in einigen Fällen, was von der Form und den Einspritzbedingungen abhängt, und 0 im Hochdruck-Schließbetrieb in der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung).

[0073] Δv_{C3} : Ein bzw. das Inkrement des Hohlräumvolumens unmittelbar nach dem Einführen des Beschichtungsma-

DE 195 34 982 C 2

terials, wenn das bewegbare Formteil durch Einführen des Beschichtungsmaterials in der Formöffnungsrichtung bewegt wird (0 in einigen Fällen, was von dem verwendeten thermoplastischen Harz, den Bedingungen für das Einspritzen des thermoplastischen Harzes und den Bedingungen für das Einführen des Beschichtungsmaterials abhängt).

- 5 [0074] Δv_{C4} : Ein bzw. das Inkrement des Hohlraumvolumens unmittelbar vor dem Entspannen bzw. Lösen der Form.
 [0075] v_{R0} : Ein bzw. das Volumen des geschmolzenen Harzes, das in dem Hohlraum zu einem Zeitpunkt vorhanden ist, wenn die Gewichtszunahme des Harzes in dem Hohlraum, welche durch den Verweil- bzw. Druckhaltevorgang verursacht wird, vollendet ist.

- 10 [0076] v_{R2} : Ein bzw. das Volumen des Harzes in dem Hohlraum unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials (Standardwert des Harzvolumens).

- [0077] v'_{R5} : Ein bzw. das Volumen des spritzgegossenen Gegenstands unmittelbar nach dem Entspannen bzw. Lösen der Form unter der Annahme, daß der Vorgang des Entspannens bzw. Lösens der Form unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials ausgeführt wird.

- 15 [0078] Δv_{R3} : Ein bzw. der Absolutwert der Volumenänderung des Harzes in dem Hohlraum, welches durch das Beschichtungsmaterial komprimiert wird, unmittelbar nach dem Einführen des Beschichtungsmaterials, und zwar basierend auf v_{R2} (0 in einigen Fällen, was von dem verwendeten thermoplastischen Harz, den Bedingungen für das Einspritzen des thermoplastischen Harzes und den Bedingungen für das Einführen des Beschichtungsmaterials abhängt).

- [0079] v_{R4} : Ein bzw. das Volumen des Harzes in dem Hohlraum unmittelbar vor dem Entspannen bzw. Lösen der Form.

- [0080] v_{R5} : Ein bzw. das Volumen des spritzgegossenen Gegenstands unmittelbar nach dem Entspannen bzw. Lösen der Form.

- 20 [0081] v_{F0} : Ein bzw. das Volumen des eingeführten Beschichtungsmaterials.

- [0082] v_{F4} : Ein bzw. das Volumen der Beschichtung in dem Hohlraum unmittelbar vor dem Entspannen bzw. Lösen der Form.

- [0083] v_{F5} : Ein bzw. das Volumen der auf der Oberfläche des spritzgegossenen Gegenstands ausgebildeten Beschichtung unmittelbar nach dem Entspannen bzw. Lösen der Form.

- 25 [0084] $v_{\text{Zwischenraum}}$: Ein bzw. das Volumen des Zwischenraums, der zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand gebildet worden ist, unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials in der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

- [0085] Das Volumen v_{R0} eines bzw. des geschmolzenen Harzes in dem Hohlraum zu dem Zeitpunkt, in welchem das Einspritzen vollendet ist, ist gleich $v_{C0} + \Delta v_{C0}$.

- 30 [0086] Zuerst wird nachstehend die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert. In der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Zwischenraum gebildet zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand, unmittelbar bevor das Beschichtungsmaterial eingeführt wird, und die folgende Beziehung wird erfüllt:

$$v_{R2} \leq v_{C0} + \Delta v_{C2}$$

35 [0087] Daher gilt:

$$v_{\text{Zwischenraum}} = v_{C0} + \Delta v_{C2} - v_{R2} \geq 0.$$

- 40 [0088] In dem Hochdruck-Schließbetrieb ist der Wert von Δv_{C2} gleich 0.

- [0089] Weiter ist, wenn angenommen wird, daß der Vorgang des Entspannens bzw. Lösens der Form unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials ausgeführt wird, das Volumen v'_{R5} eines spritzgegossenen Gegenstands unmittelbar nach dem Entspannen bzw. Lösen der Form

$$45 v'_{R5} = v_{R2}.$$

- [0090] Die obige Gleichung bedeutet, daß kein Druck auf das Harz in dem Hohlraum unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials ausgeübt wird oder daß kein Druck durch das Harz in dem Hohlraum unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials verursacht wird. Mit anderen Worten bedeutet das, daß der Formungsdruck 0 bar ist.

- 50 [0091] Das Beschichtungsmaterial wird hinein zwischen das Harz in dem Hohlraum und die Hohlraumwand in einer solchen vorbestimmten Menge eingeführt, daß das Harz in dem Hohlraum durch das eingeführte Beschichtungsmaterial komprimiert wird und/oder das bewegbare Formteil durch das eingeführte Beschichtungsmaterial in der Formöffnungsrichtung bewegt wird. Die vorbestimmte Menge (Volumen: v_{F0}) des Beschichtungsmaterials ist daher erforderlich, um die folgende Beziehung zu erfüllen:

- 55 $v_{F0} > v_{\text{Zwischenraum}}$
 [0092] Das heißt, es ist erforderlich, das Beschichtungsmaterial in einem "Überschuß"-Verfahren ("overshot"-Verfahren) einzuführen. Spezieller ist es so, daß das Beschichtungsmaterial in einer solchen Menge eingeführt wird, daß sie die folgende Beziehung erfüllt:

- 60 $v_{F0} = v_{\text{Zwischenraum}}$
 + (ein Inkrement des Hohlraumvolumens, das durch die Bewegung des bewegbaren Formteils in der Formöffnungsrichtung durch das Einführen des Beschichtungsmaterials verursacht wird)
 65 + (ein Dekrement des Harzvolumens, das durch die Kompression des Harzes in dem Hohlraum durch Einführen des Beschichtungsmaterials verursacht wird)

das heißt:

$$v_{F0} = (v_{C0} + \Delta v_{C2} - v_{R2}) + (\Delta v_{C3} - \Delta v_{C2}) + \Delta v_{R3} = v_{C0} + \Delta v_{C3} + \Delta v_{R3} - v_{R2}$$

[0093] Das obige v_{F0} erfüllt anschließend die folgende Beziehung:

$$v_{F0} = (v_{C0} + \Delta v_{C3}) - (v_{R2} - \Delta v_{R3})$$

= (das Hohlraumvolumen unmittelbar nach dem Einführen des Beschichtungsmaterials)

- (das Harzvolumen unmittelbar nach dem Einführen des Beschichtungsmaterials).

[0094] Ob Δv_{C3} und Δv_{R3} signifikante Werte haben oder nicht hängt von dem Druck für das Einführen des Beschichtungsmaterials, der Schließkraft, der Flexibilität des Harzes und der Art des Schließbetriebs ab. Um es strikt zu sagen, das Volumen des Beschichtungsmaterials unmittelbar nach dem Einführen ist wegen seiner Kompressibilität bis zu einem gewissen Ausmaß kleiner als sein Volumen unmittelbar vor seinem Einführen. Da jedoch der Betrag seiner Volumenänderung sehr klein ist, wird der Betrag seiner Volumenänderung in der obigen Erläuterung außer Betracht gelassen.

[0095] Das Harz in dem Hohlraum wird bis zur Festigkeit bzw. Verfestigung gekühlt, so daß sich das Volumen des Harzes schließlich von v_{R2} über $(v_{R2} - \Delta v_{R3})$ auf v_{R4} ändert. Andererseits wird das eingeführte Beschichtungsmaterial gehärtet, so daß sich sein Volumen schließlich von v_{F0} auf v_{F4} ändert. Mit diesen Volumenänderungen in dem Harz und dem Beschichtungsmaterial ändert sich ebenso das Inkrement Δv_{C3} des durch das Einführen des Beschichtungsmaterials verursachten Hohlraumvolumens, und es ändert sich auch Δv_{C4} unmittelbar vor dem Entspannen bzw. Lösen der Form. Jedoch kann der Formungsdruck derart aufrechterhalten werden, daß der Formungsdruck vor dem Entspannen bzw. Lösen der Form höher als 0 bar ist, und zwar durch Einführen des Beschichtungsmaterials hinein zwischen das Harz in dem Hohlraum und die Hohlraumwand in einer solchen vorbestimmten Menge (Volumen: v_{F0}), welche die folgende Beziehung erfüllt:

(das Hohlraumvolumen unmittelbar vor dem Entspannen bzw. Lösen der Form)

= (die Volumina des Harzes und der Beschichtung unmittelbar vor dem Entspannen bzw. Lösen der Form)

< (die Volumina des Harzes und der Beschichtung unmittelbar nach dem Entspannen bzw. Lösen der Form)

[0096] Das heißt:

$$v_{C0} + \Delta v_{C4} = v_{R4} + v_{F4} < v_{R5} + v_{F5}$$

[0097] In dem Hochdruck-Schließbetrieb wird ein thermoplastisches Harz verwendet, das die Beziehung $V_{12} \leq V_{10}$ erfüllt. Eine Änderung in dem spezifischen Volumen in dem Hochdruck-Schließbetrieb wird unten unter Bezugnahme auf ein PVT-Diagramm erläutert. Fig. 2A zeigt schematisch eine bzw. die Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit in dem Hochdruck-Schließbetrieb. Fig. 2B zeigt schematisch ein PVT-Diagramm eines thermoplastischen Harzes. Der Formungsdruck zu einem bzw. dem Zeitpunkt, in welchem die Gewichtszunahme des Harzes in dem Hohlraum, die durch den Verweil- bzw. Druckhaltevorgang verursacht wird, vollendet wird bzw. ist, ist P_{10} , und die Temperatur des Harzes in dem Hohlraum zu dem vorstehenden Zeitpunkt ist T_{10} . In diesem Fall nimmt die Temperatur des Harzes in dem Hohlraum mit dem Vergehen der Zeit von dem obigen Zeitpunkt ab. Wenn angenommen wird, daß das Volumen des Hohlraums während dieser Periode konstant ist (tatsächlich nimmt es leicht von $v_{C0} + \Delta v_{C0}$ auf $v_{C0} + \Delta v_{C2}$ ab, während das Hohlraumvolumen in der Erläuterung des PVT-Diagramms als konstant betrachtet wird), nimmt der durch das Harz in dem Hohlraum verursachte Formungsdruck ab, während das spezifische Volumen des Harzes konstant ist (V_{10}).

[0098] Wenn der durch das Harz in dem Hohlraum verursachte Formungsdruck auf 0 bar abnimmt, nimmt das spezifische Volumen längs einer Kurve von P_0 = atmosphärischer Druck in dem in Fig. 2B gezeigten PVT-Diagramm ab. Das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck P_0 , Temperatur T_{12}) ist V_{12} . Daher kann ein Zwischenraum, der ein Volumen ($v_{Zwischenraum} = v_{C0} - v_{R2}$) hat, das äquivalent $k_1(V_{10} - V_{12})$ ist, zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand gebildet werden, wobei k_1 in dem vorstehenden Ausdruck eine Konstante ist. In Fig. 3 ist kein Zwischenraum ausgebildet, während bzw. wobei das in den Hohlraum eingespritzte Harz keinen Druck auf die Hohlraumwand ausübt.

[0099] In dem Hochdruck-Schließbetrieb hat Δv_{C2} den Wert 0, und es wird ein thermoplastisches Harz verwendet, das die Beziehung $V_{12} \leq V_{10}$ erfüllt, so daß die Beziehungen

$$v_{Zwischenraum} = v_{C0} + \Delta v_{C2} - v_{R2} = v_{C0} - v_{R2} \geq 0$$

und

$$v'_{R5} = v_{R2}.$$

zuverlässig erreicht werden, wodurch der Formungsdruck unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials zuverlässig auf 0 bar gebracht werden kann.

[0100] In dem Niedrigdruck-Schließbetrieb wird ein thermoplastisches Harz verwendet, das die Bedingung $V_{12} \leq V_{11}$ erfüllt. Ein PVT-Diagramm des Niedrigdruck-Schließbetriebs wird nachstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 4A und 4B sowie die Fig. 5A und 5B erläutert.

[0101] Die Fig. 4A und 4B zeigen schematisch eine bzw. die Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit und ein PVT-Diagramm eines thermoplastischen Harzes, wenn der Formungsdruck vor dem Beginn des Niedrig-

druck-Schließbetriebs 0 bar ist. Die Änderung in dem spezifischen Volumen ist in diesem Fall die gleiche wie jene, welche mit Bezug auf Fig. 2B erläutert worden ist, und daher wird deren detaillierte Erläuterung weggelassen und stattdessen auf die Erläuterung zu Fig. 2B verwiesen.

[0102] Andererseits zeigen die Fig. 5A und 5B schematisch eine bzw. die Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit und ein PVT-Diagramm eines thermoplastischen Harzes, wenn der Formungsdruck vor dem Beginn des Niedrigdruck-Schließbetriebs nicht 0 bar ist. Der Formungsdruck zu dem Zeitpunkt, in welchem die Gewichtszunahme des Harzes in dem Hohlraum, die durch den Verweil- bzw. Druckhaltevorgang verursacht wird, vollendet ist, ist P_{10} , und die Temperatur des Harzes in dem Hohlraum zu dem vorgenannten Zeitpunkt ist T_{10} . In diesem Fall nimmt die Temperatur des Harzes in dem Hohlraum mit dem Ablauf der Zeit von dem obigen Zeitpunkt aus ab. Wenn angenommen wird, daß das Volumen des Hohlraums während dieser Zeitdauer konstant ist, nimmt der durch das Harz in dem Hohlraum verursachte Formungsdruck ab, während das spezifische Volumen des Harzes konstant ist (V_{10}). Wenn die Schließkraft der Form vermindert wird, nimmt das Volumen des Hohlraums um ΔV_{C1} zu. Obwohl das von der Größe und Struktur der Form abhängt, nimmt, wenn die Schließkraft der Form vermindert wird, die Strecke (Dicke) des Hohlraums in der Formöffnungs-Schließrichtung in einigen Fällen um etwa 0,2 mm zu.

[0103] Die Schließkraft wird vermindert, und das Volumen des Hohlraums erhöht sich um ΔV_{C1} . Infolgedessen ändert sich das spezifische Volumen auf V_{11} , und der Formungsdruck ändert sich auf P_{11} . Die Temperatur des Harzes in dem Hohlraum ist zu diesem Zeitpunkt T_{11} . Wenn die Temperatur des Harzes in dem Hohlraum mit vergehender Zeit abnimmt, nimmt der durch das Harz in dem Hohlraum verursachte Formungsdruck ab, während das spezifische Volumen des Harzes konstant bleibt (V_{11}). Wenn der durch das Harz in dem Hohlraum verursachte Formungsdruck auf 0 bar abnimmt, nimmt das spezifische Volumen längs einer Kurve $P_0 = \text{atmosphärischer Druck}$ in dem in Fig. 5B gezeigten PVT-Diagramm ab. Das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck P_0 , Temperatur T_{12}) ist V_{12} . Daher kann ein Zwischenraum, der ein Volumen

$$(V_{\text{Zwischenraum}} = V_{C0} - \Delta V_{C2} - V_{R2}) \text{ hat, das } k_2 (V_{11} - V_{12})$$

äquivalent ist, zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand gebildet werden, wobei in dem zuletzt angegebenen Ausdruck k_2 eine Konstante ist.

[0104] In dem Niedrigdruck-Schließbetrieb wird ein thermoplastisches Harz verwendet, das die Bedingung $V_{12} \leq V_{11}$ erfüllt, so daß der Wert eines bzw. des Inkrements ΔV_{C1} des Hohlraumvolumens, wenn das bewegbare Formteil in der Formöffnungsrichtung bewegt wird, signifikant ist, und daß, anders als in dem Fall des Hochdruck-Schließbetriebs, das Inkrement ΔV_{C2} des Hohlraumvolumens unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials signifikant sein kann. Daher kann ein Zwischenraum, der ein Volumen von

$$V_{\text{Zwischenraum}} = V_{C0} + \Delta V_{C2} - V_{R2} \geq 0$$

und

$$V_{R5} = V_{R2}$$

hat, leicht gebildet werden, und daher kann der Formungsdruck unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials zuverlässiger auf 0 bar gebracht werden. Weiter kann in der Gleichung

$$V_{F0} = V_{C0} + \Delta V_{C3} + \Delta V_{R3} - V_{R2}$$

der Wert von ΔV_{C3} , verglichen mit jenem in dem Hochdruck-Schließbetrieb, ein großer Wert sein. Infolgedessen kann, verglichen mit dem Fall des Hochdruck-Schließbetriebs, eine Beschichtung, die eine große Dicke hat, zuverlässig gleichmäßig auf der Harzoberfläche ausgebildet werden.

[0105] In dem Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand wird ein thermoplastisches Harz verwendet, das die Bedingung $V_{12} \leq V_{11}$ erfüllt. Der Formungsdruck und PVT-Diagramme für den Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand werden nachstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 6A und 6B sowie Fig. 7A und 7B und Fig. 8A und 8B erläutert.

[0106] Fig. 6A und 6B zeigen schematisch eine Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit und ein PVT-Diagramm eines thermoplastischen Harzes, wenn der Formungsdruck vor dem Beginn des Betriebs des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand 0 bar ist. Die Änderung in dem spezifischen Volumen ist in diesem Fall die gleiche, wie mit Bezug auf Fig. 2B erläutert wurde, und daher wird deren detaillierte Erläuterung weggelassen und stattdessen auf die Erläuterung zur Fig. 2B verwiesen.

[0107] Die Fig. 7A und 7B zeigen schematisch eine Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit und ein PVT-Diagramm eines thermoplastischen Harzes, wenn der Formungsdruck 0 bar ist, unmittelbar nachdem die Schließkraft durch Einleiten des Betriebs des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand auf 0 gebracht worden ist. In diesem Fall nimmt, unmittelbar nachdem die Schließkraft der Form auf 0 bar reduziert worden ist, das Hohlraumvolumen um $\Delta V'_{C1}$ ($< \Delta V_{C1}$) zu, und als Ergebnis hiervon ändert sich das spezifische Volumen auf V'_{11} , und der Formungsdruck ändert sich auf P'_{11} , wobei dieser Formungsdruck $P'_{11} = 0$ bar (d. h. atmosphärischer Druck) ist. Weiter nimmt durch Anordnen des bewegbaren Formteils mit Abstand von dem ortsfesten Formteil das Hohlraumvolumen weiter zu, und als Ergebnis hiervon nimmt es um ΔV_{C1} zu. Da jedoch der durch das Harz in dem Hohlraum verursachte Formungsdruck bereits auf atmosphärischen Druck gebracht worden ist, erscheint dieser Vorgang nicht länger als eine entsprechende Änderung in dem PVT-Diagramm. Das spezifische Volumen nimmt daher längs einer Kurve $P_0 = \text{atmosphärischer Druck}$ in dem PVT-Diagramm, das in Fig. 7B gezeigt ist, ab, und ein Zwischenraum ($V_{\text{Zwischenraum}} = V_{C0} + \Delta V_{C2} - V_{R2}$), der $k_3 (V'_{11} - V_{12})$ äquivalent ist, kann zwischen dem Harz in den Hohlraum und der Hohlraumwand gebildet werden.

DE 195 34 982 C 2

den, wobei in dem zuletzt genannten Ausdruck k_3 eine Konstante ist.

[0108] Die Fig. 8A und 8B zeigen schematisch eine bzw. die Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit und ein PVT-Diagramm eines thermoplastischen Harzes, wenn der Formungsdruck nicht 0 bar ist, unmittelbar nachdem der Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand vollendet ist. Der Formungsdruck zu dem Zeitpunkt, in welchem die Gewichtszunahme des Harzes in dem Hohlraum, die durch den Verweil- bzw. Druckhaltevorgang verursacht wird, vollendet ist, ist P_{10} , und die Temperatur des Harzes in dem Hohlraum ist zu diesem Zeitpunkt T_{10} . In diesem Fall nimmt die Temperatur des Harzes in dem Hohlraum mit vergehender Zeit von dem obigen Zeitpunkt aus ab. Das Hohlraumvolumen während der obigen Zeitspanne kann als konstant betrachtet werden, und der durch das Harz in dem Hohlraum verursachte Formungsdruck nimmt ab, während das spezifische Volumen des Harzes konstant bleibt (V_{10}). Wenn die Schließkraft auf 0 bar reduziert wird und wenn weiter das bewegbare Formteil mit Abstand von dem ortsfesten Formteil angeordnet wird, nimmt das Hohlraumvolumen um Δv_{C1} zu. Obwohl das von der Größe und Struktur der Form abhängt, nimmt die Strecke (Dicke) des Hohlraums in der Formöffnungs-Schließrichtung unmittelbar, nachdem die Schließkraft auf 0 herabgesetzt worden ist, um etwa 0,2 mm zu. Und weiter kann zu einem Zeitpunkt, in welchem der Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand vollendet ist, das bewegbare Formteil in einigen Fällen um etwa 0,1 mm von dem ortsfesten Formteil (zusätzlich) beabstandet sein. In diesem Falle ist der Betrag der Bewegung des bewegbaren Formteils von dem ortsfesten Formteil schließlich etwa 0,3 mm.

[0109] Unmittelbar nachdem der Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand vollendet ist, nimmt das Volumen des Hohlraums um Δv_{C1} zu. Infolgedessen ändert sich das spezifische Volumen auf V'_{11} , und der Formungsdruck ändert sich auf P'_{11} . Die Temperatur des Harzes in dem Hohlraum ist zu diesem Zeitpunkt T'_{11} . Da die Temperatur des Harzes in dem Hohlraum mit vergehender Zeit abnimmt, nimmt der durch das Harz in dem Hohlraum verursachte Formungsdruck ab, während das spezifische Volumen des Harzes konstant bleibt (V'_{11}). Wenn der durch das Harz in dem Hohlraum verursachte Formungsdruck auf 0 bar abnimmt, nimmt das spezifische Volumen längs einer Kurve $P_0 = \text{atmosphärischer Druck}$ in dem in Fig. 8B gezeigten PVT-Diagramm ab. Das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck P_0 , Temperatur T_{12}) ist V_{12} . Daher kann ein Zwischenraum, der ein Volumen von ($v_{\text{Zwischenraum}} = v_C + \Delta v_{C2} - v_{R2}$) hat, das $k_3 (V'_{11} - V_{12})$ äquivalent ist, zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand gebildet werden, wobei in dem zuletzt angegebenen Ausdruck k_3 eine Konstante ist.

[0110] In dem Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand wird auch ein thermoplastisches Harz verwendet, das die Bedingung $V_{12} \leq V'_{11}$ erfüllt, so daß der Wert eines bzw. des Inkrements Δv_{C1} des Hohlraumvolumens, wenn das bewegbare Formteil in der Formöffnungsrichtung bewegt wird, größer ist als jenes in dem Niedrigdruck-Schließbetrieb. Daher kann das Inkrement Δv_{C2} des Hohlraumvolumens unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials größer sein als jenes in dem Niedrigdruck-Schließbetrieb. Infolgedessen kann ein Zwischenraum, der ein Volumen von

$$v_{\text{Zwischenraum}} = v_{C0} + \Delta v_{C2} - v_{R2} \geq 0$$

und

$$v'_{R5} = v_{R2}$$

hat, leicht gebildet werden, und daher kann der Formungsdruck unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials zuverlässiger auf 0 bar gebracht werden. Weiter kann in der Gleichung

$$v_{F0} = v_{C0} + \Delta v_{C3} + \Delta v_{R3} - v_{R2}$$

der Wert von Δv_{C3} , verglichen mit jenem in dem Niedrigdruck-Schließbetrieb, ein großer Wert sein. Infolgedessen kann, verglichen mit dem Fall des Hochdruck-Schließbetriebs oder des Niedrigdruck-Schließbetriebs, eine Beschichtung, die eine große Dicke hat, zuverlässig gleichförmig auf der Harzoberfläche ausgebildet werden.

[0111] Es wird nun die zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nachstehend erläutert.

[0112] In der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird das Beschichtungsmaterial in einem Zustand eingeführt, in welchem der Formungsdruck, der durch das in den Hohlraum eingespritzte Harz verursacht wird, höher als 0 bar ist. Das heißt, wenn das Beschichtungsmaterial eingeführt wird, übt das Harz in dem Hohlraum einen Druck auf die Hohlraumwand aus, und daher wird die Beziehung

$$v_{R2} > v_{C0}$$

spezieller

$$v_{C0} + \Delta v_{C2} = v_{R2} < v'_{R5}$$

erfüllt. Wenn das Beschichtungsmaterial eingeführt wird, ist kein Zwischenraum zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand ausgebildet. In diesem Falle gilt $\Delta v_{C2} > 0$. Weiter wird aufgrund der Beziehung $v_{R2} < v'_{R5}$ der Formungsdruck durch das Harz (Volumen: v_{R2}) in dem Hohlraum unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials bewirkt. Mit anderen Worten heißt das, daß der Formungsdruck P größer als 0 bar ist. Das Beschichtungsmaterial wird in die Grenze bzw. den Grenzbereich zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand in einer solchen vorbestimmten Menge eingeführt, daß das Harz in dem Hohlraum durch das eingeführte Beschichtungsmaterial komprimiert wird und/oder daß das bewegbare Formteil in der Formöffnungsrichtung bewegt wird. Es ist daher erforderlich, daß die vorbestimmte Menge (Volumen: v_{F0}) des Beschichtungsmaterials die folgende Beziehung erfüllt:

DE 195 34 982 C 2

v_{F0} = (ein Inkrement des Hohlraumvolumens, das durch die Bewegung des bewegbaren Formteils in der Formöffnungsrichtung durch Einführen des Beschichtungsmaterials verursacht wird)
+ (ein Dekrement des Harzvolumens, das durch die Kompression des Harzes in dem Hohlraum durch Einführen des Beschichtungsmaterials verursacht wird)

5

das heißt:

$$v_{F0} = \Delta v_{C3} - \Delta v_{C2} + \Delta v_{R3}.$$

10 [0113] Die obige Größe v_{F0} erfüllt anschließend die folgende Beziehung:

$$\begin{aligned} v_{F0} &= (v_{C0} + \Delta v_{C2} - v_{R2}) + \Delta v_{C3} - \Delta v_{C2} + \Delta v_{R3} = v_{C0} + \Delta v_{C3} - (v_{R2} - \Delta v_{R3}) \\ &= (\text{das Hohlraumvolumen unmittelbar nach dem Einführen des Beschichtungsmaterials}) \\ &\quad - (\text{das Harzvolumen unmittelbar nach dem Einführen des Beschichtungsmaterials}) \end{aligned}$$

15

[0114] Ob Δv_{C3} und Δv_{R3} signifikante Werte haben oder nicht, hängt von dem Druck für das Einführen des Beschichtungsmaterials, der Schließkraft, der Flexibilität des Harzes und der Art des Schließbetriebs, wie bereits erläutert, ab. Um es strikt zu sagen, ist es so, daß das Volumen des Beschichtungsmaterials unmittelbar nach dem Einführen wegen seiner Kompressibilität, wie bereits erläutert, um ein gewisses Ausmaß kleiner als sein Volumen unmittelbar vor seinem Einführen ist. Da jedoch der Betrag seiner Volumenänderung sehr klein ist, ist der Betrag seiner Volumenänderung in der obigen Erläuterung außer Betracht gelassen.

20 [0115] Das Harz in dem Hohlraum wird auf Verfestigung abgekühlt, so daß sich das Volumen des Harzes schließlich von v_{R2} über $(v_{R2} - \Delta v_{R3})$ auf v_{R4} ändert. Andererseits härtet das eingeführte Beschichtungsmaterial aus, so daß sich sein Volumen schließlich von v_{F0} auf v_{F4} ändert. Bei diesen Volumenänderungen des Harzes und des Beschichtungsmaterials ändert sich ebenso das Inkrement Δv_{C3} des Hohlraumvolumens, das durch die Einführung des Beschichtungsmaterials verursacht worden ist, und es ändert sich auf Δv_{C4} unmittelbar vor dem Entspannen bzw. Freigeben der Form. Jedoch kann der Formungsdruck derart aufrechterhalten werden, daß der Formungsdruck vor dem Entlasten bzw. Freigeben der Form höher als 0 bar ist, indem das Beschichtungsmaterial in die Grenze bzw. den Grenzbereich zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand in einer solchen vorbestimmten Menge (Volumen: v_{F0}) eingeführt wird, daß diese die folgende Beziehung erfüllt:

30 (Das Hohlraumvolumen unmittelbar vor dem Entspannen bzw. Freigeben der Form)
= (das Volumen des Harzes und der Beschichtung unmittelbar vor dem Entspannen bzw. Freigeben der Form)
< (das Volumen des Harzes und der Beschichtung unmittelbar nach dem Entspannen bzw. Freigeben der Form).

35

[0116] Das heißt:

$$v_{C0} + \Delta v_{C4} = v_{R4} + v_{F4} < v_{R5} + v_{F5}$$

40 [0117] In dem Hochdruck-Schließbetrieb wird ein thermoplastisches Harz verwendet, das die Bedingung $V_2 > V_{22}$ erfüllt. Fig. 9A zeigt schematisch eine Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit in dem Hochdruck-Schließbetrieb. Fig. 9B zeigt schematisch ein PVT-Diagramm eines thermoplastischen Harzes. Der Formungsdruck zu einem bzw. dem Zeitpunkt, in welchem die Gewichtszunahme des Harzes in dem Hohlraum, die durch den Verweil- bzw. Druckhaltevorgang verursacht wird, vollendet ist, ist P_{20} , und die Temperatur des Harzes in dem Hohlraum zu dem vorgenannten Zeitpunkt ist T_{20} . In diesem Fall nimmt die Temperatur des Harzes in dem Hohlraum mit verstreichender Zeit von dem obigen Zeitpunkt ab. Wenn das Volumen des Hohlraums während dieser Zeitspanne als konstant angenommen wird, nimmt der durch das Harz in dem Hohlraum verursachte Formungsdruck ab, während das spezifische Volumen des Harzes konstant bleibt (V_{20}).

45 [0118] Wenn das Harz in dem Hohlraum unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials eine bzw. die Temperatur T_{22} hat, ist das spezifische Volumen V_{20} gleich V_{22} . In dem Hochdruck-Schließbetrieb wird ein thermoplastisches Harz verwendet, das die Bedingung $V_2 > V_{22}$ erfüllt, so daß der Formungsdruck P unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials immer einen Wert über 0 bar hat.

50 [0119] Wie oben beschrieben, wird in dem Hochdruck-Schließbetrieb ein thermoplastisches Harz verwendet, das die Bedingung $V_2 > V_{22}$ erfüllt, so daß die Gleichung

55

$$\Delta v_{C0} + \Delta v_{C2} = v_{R2} < v'_{R5}$$

erfüllt ist. Der Formungsdruck kann daher in einem solchen Zustand aufrechterhalten werden, daß der Formungsdruck unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials höher als 0 bar ist.

60 [0120] In dem Niedrigdruck-Schließbetrieb wird ebenfalls ein thermoplastisches Harz verwendet, das die Bedingung $V_2 > V_{22}$ erfüllt. Fig. 10A zeigt schematisch eine Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit in dem Niedrigdruck-Schließbetrieb. Fig. 10B zeigt schematisch ein PVT-Diagramm eines thermoplastischen Harzes. Der Formungsdruck zu dem Zeitpunkt, in welchem die Gewichtszunahme des Harzes in dem Hohlraum, die durch den Verweil- bzw. Druckhaltevorgang verursacht wird, vollendet ist, ist P_{20} , und die Temperatur des Harzes in dem Hohlraum zu dem vorgenannten Zeitpunkt ist T_{20} . In diesem Fall nimmt die Temperatur des Harzes in dem Hohlraum mit vergehender Zeit von dem obigen Zeitpunkt ab. Wenn das Volumen des Hohlraums während dieser Zeitspanne als konstant angenommen wird, nimmt der durch das Harz in dem Hohlraum verursachte Formungsdruck ab, während das spezifische Volumen des Harzes konstant bleibt (V_{20}).

DE 195 34 982 C 2

[0121] Wenn die Schließkraft der Form vermindert wird, nimmt das Hohlraumvolumen um ΔV_{C1} zu. Obwohl das von der Größe und Struktur der Form abhängt, nimmt, wenn die Schließkraft der Form vermindert wird, in einigen Fällen die Strecke (Dicke) des Hohlraums in der Formöffnungs-Schließrichtung um etwa 0,2 mm zu. Als Ergebnis einer Abnahme in der Schließkraft der Form und einer Zunahme des Hohlraumvolumens um ΔV_{C1} ändert sich das spezifische Volumen auf V_{21} , und der Formungsdruck ändert sich auf P_{21} . Die Temperatur des Harzes in dem Hohlraum ist zu diesem Zeitpunkt T_{21} . Wenn die Temperatur des Harzes in dem Hohlraum mit vergehender Zeit abnimmt, nimmt der durch das Harz in dem Hohlraum verursachte Formungsdruck ab, während das spezifische Volumen des Harzes konstant bleibt (V_{21}). Und der durch das Harz unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials verursachte Formungsdruck ist P_{22} , die Temperatur des Harzes in dem Hohlraum ist T_{22} , und das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck P_{22} , Temperatur T_{22}) ist V_{22} (= V_{21}). Da jedoch das verwendete thermoplastische Harz die Bedingung $V_2 > V_{22}$ erfüllt, ist der Formungsdruck unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials notwendigerweise über 0 bar.

[0122] Wie oben beschrieben, wird in dem Niedrigdruck-Schließbetrieb auch ein thermoplastisches Harz verwendet, das die Bedingung $V_2 > V_{22}$ erfüllt, so daß die Gleichung

$$V_{C0} + \Delta V_{C2} = V_{R2} < V'_{R5}$$

erfüllt werden kann. Der Formungsdruck kann daher zuverlässig in einem solchen Zustand aufrechterhalten werden, daß der Formungsdruck unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials höher als 0 bar ist.

[0123] In dem Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand wird ebenfalls ein thermoplastisches Harz verwendet, das die Bedingung $V_2 > V_{22}$ erfüllt. Fig. 11A zeigt schematisch eine Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit in dem Betrieb des Freigebens des bewegbaren Formteils. Fig. 11B zeigt schematisch ein PVT-Diagramm eines thermoplastischen Harzes. Der Formungsdruck zu einem bzw. dem Zeitpunkt, in welchem die Gewichtszunahme des Harzes in dem Hohlraum, die durch den Verweil- bzw. Druckhaltevorgang verursacht wird, vollendet ist, ist P_{20} , und die Temperatur des Harzes in dem Hohlraum zu dem obigen Zeitpunkt ist T_{20} . In diesem Fall nimmt die Temperatur des Harzes in dem Hohlraum mit vergehender Zeit von dem obigen Zeitpunkt aus ab. Wenn das Volumen des Hohlraums während dieser Zeitspanne als konstant angenommen wird, nimmt der durch das Harz in dem Hohlraum verursachte Formungsdruck ab, während das spezifische Volumen des Harzes konstant bleibt (V_{20}).

[0124] Nachdem der Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand vollendet ist, nimmt das Hohlraumvolumen um ΔV_{C1} zu. Obwohl das von der Größe und Struktur der Form abhängt, nimmt unmittelbar nachdem die Schließkraft auf 0 herabgesetzt worden ist, die Strecke (Dicke) des Hohlraums in der Formöffnungsschließrichtung um etwa 0,2 mm zu. Und weiter kann zu einem bzw. dem Zeitpunkt, in welchem der Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils vollendet ist, das bewegbare Formteil in einigen Fällen (zusätzlich) um etwa 0,1 mm von dem ortsfesten Formteil beabstandet sein. In diesem Falle ist der Betrag der Bewegung des bewegbaren Formteils von dem ortsfesten Formteil weg schließlich etwa 0,3 mm. Das Hohlraumvolumen wird um ΔV_{C1} durch den Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand erhöht, und das spezifische Volumen ändert sich auf V_{21} , und der Formungsdruck ändert sich auf P_{21} . Die Temperatur des Harzes in dem Hohlraum ist zu diesem Zeitpunkt T_{21} . Wenn die Temperatur des Harzes in dem Hohlraum mit vergehender Zeit abnimmt, nimmt der durch das Harz in dem Hohlraum verursachte Formungsdruck ab, während das spezifische Volumen des Harzes konstant bleibt (V_{21}). Und der durch das Harz unmittelbar vor der Einführung des Beschichtungsmaterials verursachte Formungsdruck ist P_{22} , die Temperatur des Harzes in dem Hohlraum ist zu diesem Zeitpunkt T_{22} , und das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck P_{22} , Temperatur T_{22}) ist V_{22} (= V_{21}). Da jedoch das verwendete thermoplastische Harz die Bedingung $V_2 > V_{22}$ erfüllt, ist der Formungsdruck unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials notwendigerweise über 0 bar.

[0125] Wie oben beschrieben, wird auch in dem Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand ein thermoplastisches Harz verwendet, das die Bedingung $V_2 > V_{22}$ erfüllt, so daß die Gleichung

$$V_{C0} + \Delta V_{C2} = V_{R2} < V'_{R5}$$

erfüllt werden kann. Der Formungsdruck kann daher zuverlässig in einem solchen Zustand aufrechterhalten werden, daß der Formungsdruck unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials höher als 0 bar ist.

[0126] In dem Hochdruck-Schließbetrieb, dem Niedrigdruck-Schließbetrieb oder dem Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand gibt es in der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung einen Fall, worin in Abhängigkeit von den verwendeten thermoplastischen Harzen die Bedingung $V_{R4} < V_{C0} + \Delta V_{C4}$ erfüllt ist. Selbst in diesem Fall kann der Formungsdruck derart aufrechterhalten werden, daß der Formungsdruck vor dem Entspannen bzw. Freigeben der Form höher als 0 bar ist, indem das Beschichtungsmaterial hinein zwischen das Harz in dem Hohlraum und die Hohlraumwand in einer solchen vorbestimmten Menge (Volumen: V_{F0}) eingeführt wird, welche die folgende Beziehung erfüllt:

$$V_{C0} + \Delta V_{C4} = V_{R4} + V_{F4} < V_{R5} + V_{F5}$$

[0127] Weiter kann, wenn ein thermoplastisches Harz verwendet wird, bei welchem der durch das Harz in dem Hohlraum verursachte Formungsdruck vor dem Entspannen bzw. Freigeben der Form höher als 0 bar ist, die Beziehung

$$V_{C0} + \Delta V_{C4} = V_{R4} + V_{F4} < V_{R5} + V_{F5}$$

notwendigerweise erfüllt werden kann, so daß der Formungsdruck zuverlässig derart aufrechterhalten werden kann, daß der Formungsdruck unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials und unmittelbar vor dem Entspannen bzw. Freigeben der Form höher als 0 bar ist.

DE 195 34 982 C 2

- [0128] In dem Spritzgießverfahren der vorliegenden Erfindung, das sich von den Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes, wie sie in den oben erläuterten Druckschriften JP 5-301251 (A) und JP 5-318527 (A) offenbart sind, unterscheidet, wird eine vorbestimmte Menge des Beschichtungsmaterials hinein zwischen das Harz in dem Hohlraum und die Hohlräumwand derart eingeführt, daß das Harz in dem Hohlraum durch das eingeführte Beschichtungsmaterial komprimiert wird und/oder daß das bewegbare Formteil durch das eingeführte Beschichtungsmaterial in der Formöffnungsrichtung bewegt wird. Das heißt, die vorbestimmte Menge des Beschichtungsmaterials ist eine solche, welche, selbst wenn ein Zwischenraum zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlräumwand vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials gebildet wird, größer als das Volumen eines solchen Zwischenraums ist. Das heißt, es wird das Beschichtungsmaterial-Überschußverfahren angewandt. Und der Formungsdruck wird derart aufrechterhalten, daß der Formungsdruck vor dem Entspannen bzw. Freigeben der Form höher als 0 bar ist. Daher wird ein Druck extern bzw. von außen auf das eingeführte Beschichtungsmaterial (durch die Hohlräumwand) ausgeübt. Infolgedessen wird es zuverlässig möglich gemacht, Probleme zu vermeiden bzw. zu überwinden, die darin bestehen, daß der Glanz und/oder die Glätte der Oberfläche der Beschichtung abnimmt, daß die Kraft der Haftung der Beschichtung an dem thermoplastischen Harz abnimmt bzw. vermindert wird oder daß die Beschichtung ungleichförmig ist. Die vorstehend erläuterten Wirkungen und Vorteile der vorliegenden Erfindung sowie weitere Wirkungen und Vorteile der Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung ersichtlich.
- [0129] Das Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes, wie es durch die vorliegende Erfindung zur Verfügung gestellt wird, wird nachstehend unter Bezugnahme auf Beispiele und die Zeichnungen näher beschrieben und erläutert, wobei die vorliegende Erfindung jedoch nicht auf diese Beispiele und nicht auf die Darstellungen in den Zeichnungen beschränkt ist.
- [0130] Fig. 1 zeigt schematisch den Zustand einer Änderung eines Hohlraums, eines geschmolzenen Harzes oder eines Harzes und eines Beschichtungsmaterials oder einer Beschichtung.
- [0131] Fig. 2A und 2B betreffen die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und zeigen schematisch eine Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit und ein PVT-Diagramm in dem Hochdruck-Schließbetrieb.
- [0132] Fig. 3 betrifft die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und zeigt schematisch ein PVT-Diagramm in dem Hochdruck-Schließbetrieb.
- [0133] Fig. 4A und 4B betreffen die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und zeigen schematisch eine Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit und ein PVT-Diagramm in dem Niedrigdruck-Schließbetrieb.
- [0134] Fig. 5A und 5B betreffen die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und zeigen schematisch eine Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit und ein PVT-Diagramm in dem Niedrigdruck-Schließbetrieb.
- [0135] Fig. 6A und 6B betreffen die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und zeigen schematisch eine Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit und ein PVT-Diagramm in dem Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand.
- [0136] Fig. 7A und 7B betreffen die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und zeigen schematisch eine Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit und ein PVT-Diagramm in dem Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand.
- [0137] Fig. 8A und 8B betreffen die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und zeigen schematisch eine Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit und ein PVT-Diagramm in dem Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand.
- [0138] Fig. 9A und 9B betreffen die zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und zeigen schematisch eine Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit und ein PVT-Diagramm in dem Hochdruck-Schließbetrieb.
- [0139] Fig. 10A und 10B betreffen die zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und zeigen schematisch eine Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit und ein PVT-Diagramm in dem Niedrigdruck-Schließbetrieb.
- [0140] Fig. 11A und 11B betreffen die zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und zeigen schematisch eine Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit und ein PVT-Diagramm in dem Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand.
- [0141] Fig. 12 ist eine schematische Darstellung einer Spritzgußeinrichtung, die für das Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes, wie es durch die vorliegende Erfindung zur Verfügung gestellt wird, geeignet ist.
- [0142] Fig. 13A und 13B sind schematische Darstellungen eines Teils einer Form, etc., welche einen Zustand des Einspritzens eines geschmolzenen Harzes und einen Zustand vor dem Einführen eines Beschichtungsmaterials in einem Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes gemäß dem Beispiel 1 zeigen.
- [0143] Fig. 14A und 14B sind schematische Ansichten eines Teils einer Form, etc., welche einen Zustand unmittelbar vor dem Einführen eines Beschichtungsmaterials und einen Zustand, in welchem die Einführung des Beschichtungsmaterials eingeleitet wird, in dem Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes gemäß dem Beispiel 1 zeigen.
- [0144] Fig. 15A und 15B sind schematische Ansichten eines Teils einer Form, etc., die einen Zustand zeigen, in welchem ein Beschichtungsmaterial eingeführt wird, sowie einen Zustand, in welchem die Einführung des Beschichtungsmaterials vollendet ist, und zwar in dem Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes gemäß dem Beispiel 1.
- [0145] Fig. 16 ist eine schematische Ansicht eines Teils einer Form, etc., die in dem Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes gemäß dem Beispiel 1 einen Zustand zeigt, in welchem die Ausbildung einer Beschichtung vollendet ist.
- [0146] Fig. 17 zeigt schematisch eine Änderung des hydraulischen Drucks für das Einführen eines Beschichtungsmaterials.
- [0147] Fig. 18 zeigt im Beispiel 1 eine Änderung eines bzw. des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit, die

DE 195 34 982 C 2

durch ein Harz verursacht wird, sowie eine Änderung eines bzw. des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit, die durch ein Beschichtungsmaterial verursacht wird, und eine Verlagerung bzw. Verschiebung eines bewegbaren Formteils gegenüber einem ortsfesten Formteil.

[0148] Fig. 19 ist ein PVT-Diagramm eines im Beispiel 1 verwendeten thermoplastischen Harzes.

[0149] Fig. 20 zeigt im Beispiel 2 eine Änderung eines bzw. des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit, die durch ein Harz verursacht wird, und eine Änderung eines bzw. des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit, die durch ein Beschichtungsmaterial verursacht wird.

[0150] Fig. 21 zeigt im Beispiel 3 eine Änderung eines bzw. des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit, die durch ein Harz verursacht wird, und eine Änderung eines bzw. des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit, die durch ein Beschichtungsmaterial verursacht wird.

[0151] Fig. 22 ist ein PVT-Diagramm eines im Beispiel 3 verwendeten thermoplastischen Harzes.

[0152] Fig. 23 ist eine schematische Ansicht von hauptsächlich einem Formteil einer Spritzgußmaschine bzw. -einrichtung, die für die Verwendung in dem Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes gemäß dem Beispiel 4 geeignet ist.

[0153] Fig. 24A und 24B sind schematische Ansichten eines Teils einer Form, etc., die einen Zustand des Einspritzens eines geschmolzenen Harzes und einen Zustand vor dem Einführen eines Beschichtungsmaterials in dem Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes gemäß dem Beispiel 5 zeigen.

[0154] Fig. 25A und 25B sind schematische Ansichten eines Teils einer Form, etc., die einen Zustand unmittelbar vor dem Einführen eines Beschichtungsmaterials und einen Zustand, in welchem das Beschichtungsmaterial gerade eingeführt wird, in dem Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes gemäß dem Beispiel 5 zeigen.

[0155] Fig. 26A und 26B sind schematische Ansichten eines Teils einer Form, etc., die einen Zustand, in welchem die Bildung einer Beschichtung vollendet ist, in dem Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes gemäß dem Beispiel 5 zeigen.

[0156] Fig. 27 zeigt schematisch einen Zustand des hydraulischen Drucks für das Einführen eines Beschichtungsmaterials im Beispiel 5.

[0157] Fig. 28 zeigt schematisch eine Änderung eines bzw. des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit im Beispiel 5.

[0158] Fig. 29 ist ein PVT-Diagramm eines im Beispiel 5 verwendeten thermoplastischen Harzes.

[0159] Fig. 30 zeigt eine Änderung eines bzw. des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit und eine bzw. die Verlagerung bzw. Verschiebung eines bewegbaren Formteils gegenüber einem festen Formteil im Beispiel 6.

[0160] Fig. 31 ist eine PVT-Diagramm eines im Beispiel 6 verwendeten thermoplastischen Harzes.

[0161] Fig. 32 zeigt schematisch einen bzw. den Formungsdruck in Abhängigkeit von der Zeit und eine bzw. die Verlagerung bzw. Verschiebung eines bewegbaren Formteils gegenüber einem ortsfesten Formteil im Beispiel 7.

[0162] Fig. 33 ist ein PVT-Diagramm eines im Beispiel 7 verwendeten thermoplastischen Harzes.

[0163] Es seien nun bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung, insbesondere unter Bezugnahme auf Beispiele und Figuren der Zeichnung, beschrieben und erläutert:

Beispiel 1

[0164] Zunächst sei nachstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 12 der wesentliche Aufbau einer Spritzgußeinrichtung beschrieben, die für die Verwendung in dem Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes, welches mit der vorliegenden Erfindung zur Verfügung gestellt wird, geeignet ist.

[0165] Die Spritzgußeinrichtung umfaßt einen Einspritzzyylinder 12, der eine Harzförderschnecke 10 im Inneren hat, sowie eine ortsfeste Platte 20, eine bewegbare Platte 24, Spurstangen 34, einen hydraulischen Schließ- bzw. Druckzyylinder 30 und einen hydraulischen Kolben 32. Die bewegbare Platte 24 wird mit dem hydraulischen Kolben 32 des hydraulischen Schließ- bzw. Druckzylinders dahingehend betätigt, daß sie parallel auf den Spurstangen 34 bewegt bzw. verschoben wird.

[0166] Die Form ist aus einem ortsfesten Formteil 22 und einem bewegbaren Formteil 26 zusammengesetzt. Das ortsfeste Formteil 22 ist an der ortsfesten Platte 20 angebracht, während das bewegbare Formteil 26 an der bewegbaren Platte 24 angebracht ist. Das ortsfeste Formteil 22 ist mit einem Beschichtungsmaterial-Einführungsteil 28 versehen. Die bewegbare Platte 24 wird in Fig. 12 nach rechts zu so bewegt, daß das bewegbare Formteil 26 in Eingriff mit dem ortsfesten Formteil 22 gebracht und die Form zur Ausbildung eines Hohlraums 50 geschlossen wird. Die Schließkraft wird mit dem hydraulischen Beispielen zu erläuternde Spritzgußeinrichtung kann das gleiche System haben.

[0167] Das Beispiel 1 betrifft die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das heißt, das Beschichtungsmaterial wird in einem Zustand eingeführt, in dem der Formungsdruck P , der durch ein in den Hohlraum eingespritztes Harz bewirkt wird, 0 bar äquivalent ist. Mit anderen Worten bedeutet das, daß ein Zwischenraum zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand gebildet wird und das Beschichtungsmaterial in den Zwischenraum eingeführt wird. In dem Beispiel 1 wird als thermoplastisches Harz ein amorphes Harzlegierungsmaterial, das nicht verstärkt ist, verwendet.

[0168] Im Beispiel 1 wird der Verweil- bzw. Druckhaltevorgang ausgeführt, nachdem das geschmolzene Harz in den Hohlraum eingespritzt ist. Bevor das Beschichtungsmaterial eingeführt wird, wird die Schließkraft so herabgesetzt, daß sie niedriger als die Schließkraft zur Zeit des Einspritzens des geschmolzenen Harzes ist. Das heißt, es wird der Niedrigdruck-Schließbetrieb angewandt. Spezieller war es so, daß die Schließkraft F_{10} zur Zeit des Einspritzens des geschmolzenen Harzes auf etwa 100000 kg (100 Tonnen) eingestellt wurde, und die verminderte Schließkraft F_{11} war etwa 5000 kg (5 Tonnen). Das heißt, F_{11}/F_{10} war nahezu gleich 0,05.

[0169] Im Beispiel 1 schrumpft das geschmolzene Harz 40 in dem Hohlraum 50 in seinem Volumen, wenn es bis zur Verfestigung abgekühlt wird, wodurch das Beschichtungsmaterial in einem Zustand eingeführt werden kann, in welchem der Formungsdruck P , der durch das in den Hohlraum eingespritzte Harz verursacht wird (durch das Harz verursachter

DE 195 34 982 C 2

Formungsdruck), 0 bar äquivalent ist. Mit anderen Worten bedeutet das, daß ein Zwischenraum (Spalt) 52 zuverlässig zwischen dem Harz 40A in dem Hohlraum 50 und der Wand des Hohlraums 50 (Hohlraumwand) gebildet wird, wie in Fig. 13B gezeigt ist. Das heißt, der Wert von P_{comp} kann zuverlässig so gemacht werden, daß er 0 bar beträgt. Weiter kann der Zwischenraum 52, der ein Volumen hat, das größer als jenes in dem Hochdruck-Schließbetrieb ist, durch Vermindern der Schließkraft gebildet werden. Und das Beschichtungsmaterial 80, welches in einer Menge bemessen wird, die in einem kleinen Ausmaß größer als das Volumen des Zwischenraums 52 ist, kann zuverlässig und gleichförmig in den Zwischenraum 52 eingeführt werden (in einem Beschichtungsmaterial-Überschußverfahren).

[0170] Es wurde ein thermoplastisches Harz verwendet, welches die Bedingung $V_{12} \leq V_{11}$ erfüllte, worin V_{12} ein spezifisches Volumen bzw. das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck P_0 , Temperatur T_{12}) ist, V_{11} ein spezifisches Volumen bzw. das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck P_{11} , Temperatur T_{11}) ist, P_{11} ist ein bzw. der Formungsdruck unmittelbar nachdem die Schließkraft der Form herabgesetzt worden ist, T_{11} ist eine bzw. die Temperatur des thermoplastischen Harzes in dem Hohlraum zu dem obigen Zeitpunkt, T_{12} ist eine bzw. die Temperatur des thermoplastischen Harzes in dem Hohlraum unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials, und P_0 ist atmosphärischer Druck.

[0171] Das Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes im Beispiel 1 wird nun nachstehend in näheren Einzelheiten unter Bezugnahme auf die Fig. 13 bis 16 erläutert, in denen aus Gründen der vereinfachten Darstellung die ortsfeste Platte 20, die bewegbare Platte 24, der hydraulische Schließ- bzw. Druckzylinder 30, der hydraulische Kolben 32 und die Spurstangen 34 weggelassen sind. Fig. 18 zeigt die durch das Harz verursachte Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit, die durch das Beschichtungsmaterial verursachte Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit (nachstehend wird dieser Druck auch als der durch das Beschichtungsmaterial verursachte Formungsdruck bezeichnet), und die Verlagerung bzw. Verschiebung des bewegbaren Formteils gegenüber dem ortsfesten Formteil im Beispiel 1.

[0172] In den nachfolgenden Beispielen wurden geschmolzene Harze mit einer IS100-Spritzgußmaschine (geliefert von der Firma Toshiba Machine Co., Ltd.) spritzgegossen, wobei die Form mit einer Schließkraft von etwa 100000 kg (100 Tonnen) geschlossen wurde. Der Hohlraum hatte die Form zum Erzeugen eines nahezu kastenförmigen Produkts, das eine Länge von etwa 100 mm, eine Breite von etwa 30 mm, eine Tiefe von etwa 10 mm und eine Dicke von 2 mm hatte. Die Form des Hohlraums ist natürlich in keiner Weise auf diese Kastenform beschränkt, vielmehr kann der Hohlraum jede erforderliche Form haben. Ein Eingusskanalteil 14 war als ein direkter Eingusskanal strukturiert. Die Form kann eine sogenannte Vorsprung-und-Rücksprung-Struktur (eine teleskopische Struktur) haben, in welcher der Hohlraum selbst dann aufrechterhalten wird, wenn das ortsfeste Formteil 22 und das bewegbare Formteil 26 bis zu einen gewissen Ausmaß beabstandet sind, obwohl die Veranschaulichung der Vorsprung- und-Rücksprung-Struktur in den obigen Figuren aus Vereinfachungsgründen weggelassen ist. Die Vorsprung-und-Rücksprung-Struktur wird aber später unter Bezugnahme auf Fig. 23 erläutert.

[0173] In dem Beispiel 1 wurden die folgenden Materialien verwendet:
Thermoplastisches Formungsharz: Polycarbonat/Polyethylen-Terephthalat-Legierungsharz (Iupilon MB2112, geliefert von der Firma Mitsubishi Engineering-Plastics Corp.)
Auszubildende Beschichtung: eine Beschichtungszusammensetzung

Materialien für die Zusammensetzung

	Gewichtsteile
Urethan-Acrylat-Oligomer	12
Epoxy-Acrylat-Oligomer	20
Tripropylenglycoldiacrylat	20
Zinkstearat	0,5
8% Cobaltoctylat	0,5
Titanoxid	10
Talk	15
Caicumcarbonat	20
t-Butylperoxybenzoat	2

[0174] Die Spritzgießbedingungen waren wie folgt:

55	Formtemperatur	130°C
	Temperatur des geschmolzenen Harzes	290°C
	Einspritzdruck	784,8 bar-G (Überdruck) (800 kp/cm ² -G (Überdruck)).

[0175] Die obige Formtemperatur ist eine Temperatur auf der Hohlraumoberfläche des Hohlraums 50, die obige Temperatur des geschmolzenen Harzes ist die Temperatur eines geschmolzenen Harzes in dem Einspritzzyylinder 12, und der Einspritzdruck ist ein Wert des Drucks, der auf die Schnecke 10 durch Zuführung des thermoplastischen Harzes ausgeübt wird. Diese Ausdrücke werden im gleichen Sinne in den nachstehenden Beispielen benutzt.

[0176] Wie in Fig. 13A gezeigt ist, wurde ein geschmolzenes Harz 40 aus dem thermoplastischen Harz aus dem Einspritzzyylinder 12 durch den Eingusskanalteil 14 in den Hohlraum 50 eingespritzt, um den Hohlraum 50 mit dem geschmolzenen Harz 40 zu füllen. Der Hohlraum 50 wurde durch Schließen des ortsfesten Formteils 22 und des bewegbaren Formteils 26 mit hohem Druck (bei F_{10} gleich etwa 100000 kg (100 Tonnen) im Beispiel 1) gebildet. In diesem Fall war der Hydraulikzylinder 62 für die Beschichtungsmaterial-Einführungseinrichtung in einer Vorwärtsposition, um den

DE 195 34 982 C 2

Beschichtungsmaterial-Einführungsteil **28** mit der Spitze bzw. dem vorderen Ende des Absperrstifts **64** zu verschließen. Der Beschichtungsmaterial-Zuführungsteil **60** und der Hohlraum **50** waren daher nicht miteinander verbunden, so daß das Beschichtungsmaterial **80** nicht in den Hohlraum **50** floß und das geschmolzene Harz **40** seinerseits nicht in den Beschichtungsmaterial-Zuführungsteil **60** floß.

[0177] Unmittelbar nachdem das Einspritzen des geschmolzenen Harzes vollendet war, wurde mit der Förderschnecke **10** für das thermoplastische Harz ein Druck auf das Harz **40A** in dem Hohlraum **50** angewandt. Der Vorgang des Anwenders eines Drucks auf das Harz **40A** in dem Hohlraum **50** ist der Verweil- bzw. Druckhaltevorgang, auf den nachstehend noch eingegangen wird, und dieser Druck ist ein Verweil- bzw. Haltedruck. Die Bedingungen für den Verweil- bzw. Druckhaltevorgang waren wie folgt:

Verweil- bzw. Haltedruck	490,5 bar-G (Überdruck) (500 kp/cm ² -G (Überdruck))
Verweil- bzw. Druckhaltezeit (Zeitdauer)	10 Sekunden

[0178] Der Wert des Verweil- bzw. Haltedrucks ist der Wert des Drucks, der auf die Förderschnecke **10** für das thermoplastische Harz ausgeübt wird, und die Verweil- bzw. Druckhaltezeit war nahezu äquivalent einer Eingußkanal-Verschlußzeit. Der Verweil- bzw. Druckhaltevorgang wird zum Verhindern des Auftretens von Mulden, Einfall- bzw. Einsackstellen und Lücken, Lunkern, Poren o. dgl. auf einem spritzgegossenen Gegenstand und zum Verbessern der Ein- bzw. Aufprägbarkeit der Hohlraumwandoberfläche des Hohlraums **50** in bzw. auf den spritzgegossenen Gegenstand ausgeführt.

[0179] Nachdem der Verweil- bzw. Druckhaltevorgang vollendet war, wurde die Schließkraft durch Betätigung des hydraulischen Schließzylinders **30** herabgesetzt. Die Bedingungen für das Herabsetzen der Schließkraft waren folgende:

Schließkraft nach Herabsetzung (F_{11})	etwa 5000 kg (5 Tonnen)
Zeit, zu welcher das Herabsetzen begonnen wurde	50 Sekunden, nachdem der Verweil- bzw. Druckhaltevorgang vollendet war.

[0180] Das im Beispiel 1 zur Formung verwendete thermoplastische Harz hatte einen großen Prozentsatz an Volumenschrumpfung ($V_{12} \leq V_{11}$). Infolgedessen wurde der durch das Harz verursachte Formungsdruck auf 0 bar herabgesetzt, so daß ein großer Zwischenraum **52** gebildet wurde, der zum Ausbilden einer Beschichtung zwischen dem Harz **40A** in dem Hohlraum **50** und der Hohlraumwand des Hohlraums **50** ausreichend war. **Fig. 13B** zeigt diesen Zustand schematisch. Das Volumen $v_{\text{Zwischenraum}}$ des Zwischenraums **52** unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials war

$$v_{\text{Zwischenraum}} = v_{C0} + \Delta v_{C2} - v_{R2}.$$

[0181] Mit anderen Worten wurden in dem Ausdruck

$$\begin{aligned} (\text{Formungsdruck}) \times (\text{projizierte Fläche des geformten Gegenstands}) &= (P_1 - P_{\text{loss}} + P_{\text{comp}}) \\ &\times (\text{projizierte Fläche des geformten Gegenstands}) \end{aligned}$$

alle Werte von P_1 , P_{loss} und P_{comp} auf 0 bar gebracht. In diesem Fall schrumpfte das Harz **40A** generell nach der Seite des bewegbaren Formteils **26** zu, und aus diesem Grund sowie aufgrund des Herabsetzens der Schließkraft wurde der Raum **52** zwischen der Hohlraumwand auf der Seite des ortsfesten Formteils **22** und dem Harz **40A** gebildet.

[0182] Danach wurde der Hydraulikzylinder **62** der Beschichtungsmaterial-Einführungseinrichtung nach rückwärts bewegt, um die Spitze bzw. das vordere Ende des Absperrstifts **64** rückwärts zu bewegen, so daß der Beschichtungsmaterial-Einführungsteil **28** geöffnet wurde. Infolgedessen wurden der Beschichtungsmaterial-Zuführungsteil **60** und der Zwischenraum **52** miteinander verbunden. Weiter wurde das Beschichtungsmaterial **80** durch die Pumpe **70** in den Beschichtungsmaterial-Zuführungsteil **60** eingespeist. Das Beschichtungsmaterial wurde dadurch in den Beschichtungsmaterial-Einführungsteil **28** gefüllt, wobei die Dicke des Zwischenraums **52** viel kleiner als jene des Strömungswegs des Beschichtungsmaterial-Einführungsteils **28** war, und das Beschichtungsmaterial hatte keine genügend niedrige Viskosität. Zu diesem Zeitpunkt füllte daher das Beschichtungsmaterial **80** den Zwischenraum **52** nicht ausreichend (siehe **Fig. 14A**).

[0183] Dann wurde der Hydraulikzylinder **62** der Beschichtungsmaterial-Einführungseinrichtung nach vorwärts bewegt, um die Spitze bzw. das vordere Ende des Absperrstifts **64** vorwärts zu bewegen. **Fig. 14B** zeigt einen Zustand unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials. Die Spitze bzw. das vordere Ende (nachfolgend wird nur noch der Begriff "vorderes Ende" verwendet, womit die vorgenannten beiden Begriffe wahlweise erfaßt sein sollen) wurde weiter nach vorwärts bewegt, so daß das Beschichtungsmaterial **80** in den Zwischenraum **52** zwischen dem Harz **40A** in dem Hohlraum **50** und der Hohlraumwand eingeführt wurde (siehe **Fig. 15A**). Das Einführen des Beschichtungsmaterials wurde 54 Sekunden, nachdem die Verweil- bzw. Druckhaltezeit beendet war, begonnen. In diesem Fall wurde das Beschichtungsmaterial **80** eingeführt, während es das Harz **40A** in dem Hohlraum **50** komprimierte, während es das bewegbare Formteil **26** in einem gewissen Ausmaß in Abstand von dem ortsfesten Formteil **22** brachte oder während es auf beide Weisen wirkte. Das heißt, das Beschichtungsmaterial wurde in einer solchen vorbestimmten Menge eingeführt, daß die folgende Beziehung erfüllt wurde:

$$v_{F0} = v_{C0} + \Delta v_{C3} + \Delta v_{R3} - v_{R2}.$$

[0184] Im speziellen Fall wurde das Beschichtungsmaterial in einer Menge von 0,47 cm³ eingeführt. Der Zustand, in

DE 195 34 982 C 2

dem das Beschichtungsmaterial **80** in den Zwischenraum (Spalt) **52** zwischen dem Harz **40A** in dem Hohlraum **50** und der Hohlraumwand eingeführt wird, hängt von dem Druck für das Einführen des Beschichtungsmaterials, der Schließkraft und der Flexibilität des Harzes **40A** ab. Weiter konnte, da der Niedrigdruck-Schließbetrieb ausgeführt wurde, der Wert von Δv_{C3} so gemacht werden, daß er größer war, und eine dicke Beschichtung konnte gleichförmig auf der Oberfläche eines spritzgegossenen Gegenstands ausgebildet werden.

[0185] Die Bedingungen zum Einführen des Beschichtungsmaterials waren folgende:

5	Druck für das Einführen des Beschichtungsmaterials (p_{inj})	etwa 14,72 bar-G (Überdruck) (15 kp/cm ² -G (Überdruck))
10	Formungsdruck unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials (P)	0 bar
	Spitzendruck des Formungsdrucks unmittelbar nach dem Einführen des Beschichtungsmaterials (p_{Spitze})	14,72 bar (15 kp/cm ²).

[0186] Fig. 17 zeigt schematisch die Änderung des hydraulischen Drucks, der auf den Absperrstift **64** während des Einführens des Beschichtungsmaterials ausgeübt wurde. In dem Zustand (Zeit t_0), der in Fig. 13B gezeigt ist, wurde ein hoher Druck auf den Absperrstift **64** mit dem Hydraulikzylinder **62** ausgeübt, so daß der Absperrstift **64** durch den Ein-spritzdruck des geschmolzenen Harzes nicht zurückbewegt wurde. Dann wurde der Druck, der auf den Absperrstift **64** ausgeübt werden sollte, auf 0 bar-G (Überdruck) reduziert, und weiter wurde ein Druck auf den Absperrstift **64** in der Rückwärtsrichtung ausgeübt, wodurch der Absperrstift **64** zurückbewegt wurde, wie in Fig. 14A gezeigt ist (Zeit $t_1 - t_2$).

[0187] In dem Zustand (Zeit t_2), der in Fig. 14A gezeigt ist, begann sich der Absperrstift **64** nach vorwärts zu bewegen, und zu der Zeit t_3 kam der Absperrstift **64** in dem Zustand, der in Fig. 14B gezeigt ist. Dann wurde die Einführung des Beschichtungsmaterials begonnen. Der Druck (p_{inj}) zum Einführen des Beschichtungsmaterials war gleich der Gesamtheit aus dem Formungsdruck P und dem Strömungswiderstandswert des Beschichtungsmaterials. Als die Bewegung des Absperrstifts **64** nach vorwärts beträchtlich fortschritt und als das Beschichtungsmaterial in einer Menge, die dem Volumen des Zwischenraums äquivalent war, eingeführt worden war, war es schwierig, weiter Beschichtungsmaterial einzuführen (siehe Fig. 15A). Das Verfahren, in welchem das Einführen des Beschichtungsmaterials in diesem Zustand beendet wird, entspricht dem Beschichtungsmaterial-Vollschußverfahren. Als das Einführen des Beschichtungsmaterials fortgesetzt wurde, war es zum weiteren Einführen des Beschichtungsmaterials erforderlich, den auf den Absperrstift **64** angewandten Druck zu erhöhen. Zu einem Zeitpunkt t_4 in Fig. 17 kam der Absperrstift **64** an dem vorderen Ende seines Wegs an, und der Beschichtungsmaterial-Einführungsteil **28** wurde mit dem vorderen Ende des Absperrstifts **64** geschlossen (siehe Fig. 15B). Auf diese Art und Weise wurde das Beschichtungsmaterial in einer Menge, die größer als das Volumen des Zwischenraums **52** war, in den Zwischenraum **52** eingeführt (Beschichtungsmaterial-Überschußverfahren).

[0188] Im Beispiel 1 wurde der Druck zum Einführen des Beschichtungsmaterials (p_{inj}) nicht auf der Basis einer Änderung in dem Hydraulikdruck, der auf den Absperrstift **64** ausgeübt wurde, bestätigt. Das Einführen des Beschichtungsmaterials endete, und der Beschichtungsmaterial-Zuführungsteil **60** sowie der Hohlraum **50** waren nicht länger miteinander verbunden. Der Hydraulikzylinder **62** arbeitete weiter, um einen Druck auf den Absperrstift **64** so auszuüben, daß der Absperrstift **64** nicht zurückbewegt wurde. Zu einem Zeitpunkt, in dem das Einführen des Beschichtungsmaterials vollendet wurde bzw. war, wurde der Formungsdruck durch das Beschichtungsmaterial bewirkt.

[0189] Nachdem das Einführen des Beschichtungsmaterials vollendet ist, kann die Schließkraft auf einem herabgesetzten Niveau aufrechterhalten werden, oder sie kann bis zu einem solchen Ausmaß erhöht werden, daß die gebildete Beschichtung nicht beschädigt wird.

[0190] Dann wurde das Beschichtungsmaterial **80** vollständig gehärtet oder bis zu einem solchen Ausmaß, daß der Vorgang des Entlastens bzw. Freigebens der Form nicht behindert wurde, um eine Beschichtung **82** auf der Oberfläche des Harzes **40A** in dem Hohlraum **50** auszubilden (siehe Fig. 16). Das Härteten wurde während 120 Sekunden ausgeführt. Diese Zeitspanne wurde auch für das Kühlen und Verfestigen des spritzgegossenen Harzes verwendet bzw. stand hierfür zur Verfügung. Dann wurde die Schließkraft, welche bis dahin ausgeübt wurde, durch Bewegen des hydraulischen Schließzylinders **30** nach rückwärts entfernt, um das Entlasten bzw. Entspannen Freigeben bzw. Lösen der Form auszuführen. Schließlich wurde der spritzgegossene Gegenstand aus der Form herausgenommen.

[0191] In der obigen Art und Weise wurde ein spritzgegossener Gegenstand erhalten, der eine Beschichtung **82** von der vorgesehenen Beschichtungszusammensetzung auf nahezu der gesamten Oberfläche desselben hatte. Die Beschichtung **82** hatte eine mittlere Dicke von 80 µm in dem Bodenteil des kastenförmigen spritzgegossenen Gegenstands.

[0192] Im Beispiel 1 war der durch das Beschichtungsmaterial verursachte Spitzendruck p_{Spitze} des Formungsdrucks 14,72 bar (15 kp/cm²), und der Formungsdruck p' , der durch das Beschichtungsmaterial unmittelbar vor dem Entlasten bzw. Freigeben der Form verursacht wurde, war 4,91 bar (5 kp/cm²). Der Grund, warum das Volumen der Beschichtung **82** trotz ihrer Schrumpfung im Volumen größer war als das Volumen des Zwischenraums **52**, besteht darin, daß der Formungsdruck p' unmittelbar vor dem Entlasten bzw. Freigeben der Form auf einem hohen Niveau aufrechterhalten wurde, nicht auf 0 bar. Das heißt, durch Einführen einer vorbestimmten Menge (Volumen: v_{F0}) des Beschichtungsmaterials in den Zwischenraum **52** zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand, derart, daß die Beziehung

65

$$v_{C0} + \Delta v_{C4} = v_{R4} + v_{F4} < v_{R5} + v_{F5}$$

erfüllt ist, kann der Formungsdruck in einem solchen Zustand aufrechterhalten werden, daß der Formungsdruck vor dem

DE 195 34 982 C 2

Entlasten bzw. Freigeben der Form höher als 0 bar ist.

[0193] Durch Aufrechterhalten des Formungsdrucks p' unmittelbar vor dem Entlasten bzw. Freigeben der Form, wie er durch das Beschichtungsmaterial verursacht wird, auf einem hohen Niveau über 0 bar, wird die Beschichtung immer durch die Hohlraumwand gepreßt bzw. unter Druck gesetzt. Infolgedessen hat die auf der Oberfläche des spritzgegossenen Gegenstands ausgebildete Beschichtung eine hohe Gleichförmigkeit, ausgezeichneten Glanz und/oder Glätte und eine hervorragende Haftfähigkeit. In Fig. 18 scheint es nur so, daß der Formungsdruck dann, wenn das Harz in dem Hohlraum vollständig auf seine Verfestigung abgekühlt ist, 0 bar ist, was aber nur an der Kontraktion des Maßstabs der Achse der Ordinate liegt, denn tatsächlich ist der Formungsdruck dort über 0 bar.

[0194] Wenn das geschmolzene Harz in den Hohlraum eingespritzt wird, nimmt die Strecke (Dicke) des Hohlraums in der Formöffnungs- und -schließrichtung bis zu einem gewissen Ausmaß zu, wie in Fig. 18 gezeigt ist. Diese Verlagerung ist Δv_{C0} äquivalent. Nachdem das Einspritzen des geschmolzenen Harzes vollendet ist, ist die Verlagerung des bewegbaren Formteils gegenüber dem ortsfesten Formteil 0 mm. Wenn der Niedrigdruck-Schließbetrieb ausgeführt wird, nimmt die Strecke (Dicke) des Hohlraums in der Formöffnungs- und -schließrichtung in gewissem Ausmaß zu. Diese Verlagerung ist Δv_{C1} äquivalent. Die Strecke (Dicke) des Hohlraums in der Formöffnungs- und -schließrichtung nimmt weiter durch Einführen des Beschichtungsmaterials um ein gewisses Ausmaß zu. Diese Verlagerung ist Δv_{C3} äquivalent. Nachdem das Beschichtungsmaterial eingeführt ist, geht die Verlagerung nahezu auf 0 mm aufgrund der Kontraktion des Beschichtungsmaterials im Volumen. Da jedoch der durch das Beschichtungsmaterial verursachte Formungsdruck nicht 0 bar ist, ist die Verlagerung überhaupt nicht 0 mm.

[0195] Fig. 19 zeigt ein PVT-Diagramm des im Beispiel 1 verwendeten thermoplastischen Harzes (Polycarbonat/Polyethylen-Terephthalat-Legierungsharz, Iupilon MB2112). In Fig. 19 veranschaulicht A die Beziehung zwischen der Harztemperatur und dem spezifischen Volumen bei einem Druck von 0,98 bar (1 kp/cm^2) (atmosphärischer Druck), B veranschaulicht die gleiche Beziehung bei einem Druck von 294,3 bar (300 kp/cm^2), C veranschaulicht die gleiche Beziehung bei einem Druck von 490,5 bar (500 kp/cm^2), D veranschaulicht die gleiche Beziehung bei einem Druck von 686,7 bar (700 kp/cm^2), und E veranschaulicht die gleiche Beziehung bei einem Druck von 981 bar (1000 kp/cm^2).

[0196] Der Verweil- bzw. Haltedruck (äquivalent P_{10}) des geschmolzenen Harzes in dem Hohlraum war etwa 490,5 bar-G (Überdruck) ($500 \text{ kp/cm}^2\text{-G}$ (Überdruck)), und die Temperatur (äquivalent T_{10}) des Harzes war 290°C . Das spezifische Volumen V_{10} des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck $P_{10} = 490,5 \text{ bar}$ (500 kp/cm^2), Temperatur $T_{10} = 290^\circ\text{C}$) war etwa $0,9 \text{ cm}^3/\text{g}$. Andererseits war, da der Formungsdruck unmittelbar vor dem Herabsetzen der Schließkraft bereits äquivalent dem atmosphärischen Druck war, der Formungsdruck P_{11} unmittelbar nach dem Herabsetzen der Schließkraft auch 0 bar-G (Überdruck), und die Temperatur T_{11} des Harzes in dem Hohlraum war zu diesem Zeitpunkt 140°C . Daher war das spezifische Volumen V_{11} des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck P_{11} , Temperatur T_{11}) etwa $0,86 \text{ cm}^3/\text{g}$. Weiter war die Temperatur T_{12} des Harzes unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials 140°C , und das spezifische Volumen V_{12} des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck P_0 , Temperatur T_{12}) war etwa $0,86 \text{ cm}^3/\text{g}$. Daher war die Bedingung $V_{12} \leq V_{11}$ erfüllt.

[0197] Das heißt, das Harz in dem Hohlraum wurde von der Temperatur T_{10} (290°C) auf eine gewisse Temperatur (etwa 220°C in Fig. 19) gekühlt, während das Harz das konstante spezifische Volumen V_{10} hatte. Dann wurde, wie in Fig. 19 gezeigt ist, das Harz in dem Hohlraum in seinem spezifischen Volumen längs einer Linie A von etwa 220°C bis zu etwa 140°C herabgesetzt. Zu einem Zeitpunkt, in dem die Temperatur etwa 140°C war (T_{11}), wurde der Niedrigdruck-Schließbetrieb bzw. -vorgang ausgeführt, und das Volumen des Hohlraums wurde um Δv_{C1} erhöht, während der durch das Harz in dem Hohlraum bewirkte Formungsdruck bereits dem atmosphärischen Druck P_0 äquivalent war, so daß keine Änderung in dem PVT-Diagramm erscheint. Weiter war, da nur eine kurze Zeitspanne (4 Sekunden) von dem Niedrigdruck-Schließbetrieb bzw. -vorgang bis zum Einführen des Beschichtungsmaterials verging, die Harztemperatur T_{12} unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials nahezu äquivalent T_{11} . Infolgedessen entsprachen die Volumenänderung, die $k_2 (V_{11} - V_{12})$ äquivalent ist und ein Inkrement Δv_{C1} des Hohlraumvolumens, das durch den Niedrigdruck-Schließbetrieb bzw. -vorgang verursacht wurde, dem zu bildenden Zwischenraum 52 zwischen der Hohlraumwand und dem Harz in dem Hohlraum. Wie oben beschrieben, wurde ein thermoplastisches Harz verwendet, das die Bedingung $V_{12} \leq V_{11}$ erfüllt, und es wurde der Niedrigdruck-Schließbetrieb ausgeführt, wodurch ein Zwischenraum zuverlässig zwischen der Hohlraumwand und dem Harz in dem Hohlraum gebildet werden konnte.

Beispiel 2

[0198] Es wurde ein spritzgegossener Gegenstand im wesentlichen bzw. grundsätzlich mit den gleichen Verfahrensschritten, wie es jene im Beispiel 1 sind, hergestellt. Das Beispiel 2 unterscheidet sich vom Beispiel 1 in den Bedingungen, wie den Bedingungen für das Kühlen des Harzes und den Bedingungen für das Einführen des Beschichtungsmaterials. Das heißt, im Beispiel 2 wurde ein geschmolzenes Harz in den Hohlraum 50 eingespritzt, dann wurde der Verweil- bzw. Druckhaltevorgang ausgeführt, das Harz wurde während einer vorbestimmten Zeitspanne gekühlt, die Schließkraft wurde vermindert, und dann wurde das Beschichtungsmaterial eingeführt.

[0199] Das zum Formen verwendete thermoplastische Harz und das verwendete Beschichtungsmaterial waren im Beispiel 2 die gleichen wie jene, die im Beispiel 1 verwendet wurden. Weiter waren die Spritzgießbedingungen und die Bedingungen des Verweil- bzw. Druckhaltevorgangs die gleichen wie jene im Beispiel 1 oder wie folgt:

Spritzgießbedingungen

Formtemperatur	130°C
Temperatur des geschmolzenen Harzes	290°C
Einspritzdruck	$784,8 \text{ bar-G}$ ($800 \text{ kp/cm}^2\text{-G}$) (Überdruck)

DE 195 34 982 C 2

Bedingungen des Verweil- bzw. Druckhaltevorgangs

Verweil- bzw. Haltdruck Verweil- bzw. Druckhaltezeit	490,5 bar-G (Überdruck) (500 kp/cm ² -G (Überdruck)) 10 Sekunden
---	--

5

[0200] Im Beispiel 2 wurde das Harz während 20 Sekunden gekühlt, nachdem der Verweil- bzw. Druckhaltevorgang beendet war. Dann wurde die Schließkraft auf etwa 5000 kg (5 Tonnen) herabgesetzt, und es wurden 0,3 cm³ des Beschichtungsmaterials eingeführt. Die Bedingungen zum Ausbilden der Beschichtung, die Bedingungen für das Kühlen 10 nach dem Einführen des Beschichtungsmaterials und die Bedingungen für das Härteln der Beschichtung waren wie folgt:

Bedingungen für das Ausbilden der Beschichtung

- Beginn des Einführens des Beschichtungsmaterials:
 15 24 Sekunden nachdem die Verweil- bzw. Druckhalteperiode beendet war
 Druck (p_{inj}) für das Einführen des Beschichtungsmaterials: etwa 19,62 bar-G (Überdruck) (20 kp/cm²-G) (Überdruck))
 Formungsdruck (P) vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials:
 0 bar
 Spitzendruck (p_{spitze}) des Formungsdrucks unmittelbar nach dem Einführen des Beschichtungsmaterials:
 20 19,62 bar (20 kp/cm²)

Bedingungen für das Härteln der Beschichtung

- Härtungszeit: 120 Sekunden.
 25 [0201] Die obige Härtungszeit ist auch eine Zeit, während der das eingespritzte Harz gekühlt und verfestigt wurde.
 [0202] Die Schließkraft kann auf einem herabgesetzten Niveau aufrechterhalten werden, oder sie kann bis zu einem solchen Ausmaß erhöht werden, daß die ausgebildete Beschichtung nicht beschädigt wird.
 [0203] In der obigen Art und Weise wurde ein spritzgegossener Gegenstand erhalten, der eine Beschichtung 62 aus einer Beschichtungszusammensetzung auf nahezu der gesamten Oberfläche desselben hatte. Da die Zeitspanne von der 30 Vollendung des Einspritzens des geschmolzenen Harzes bis zum Einführen des Beschichtungsmaterials kürzer als jene im Beispiel 1 war, war das Verminderungsverhältnis des spezifischen Volumens kleiner als jenes im Beispiel 1, und der im Beispiel 1 war, war das Einführen des Beschichtungsmaterials war daher ein wenig höher als jener im Beispiel 1, obwohl die Menge (Volumen) des Beschichtungsmaterials kleiner als jene im Beispiel 1 war. Die Beschichtung 82 hatte eine mittlere Dicke von 35 50 µm in dem Bodenteil des kastenförmigen spritzgegossenen Gegenstands.
 [0204] Die Fig. 20 zeigt für das Beispiel 2 die Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit, welche durch das Harz verursacht wurde, und die Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit, welche durch das Beschichtungsmaterial verursacht wurde. In Fig. 20 scheint es so, als sei der Formungsdruck dann, wenn das Harz in dem Hohlraum vollständig bis zur Verfestigung abgekühlt ist, 0 bar, das ist jedoch nur aufgrund der Kontraktion des 40 Maßstabs der Ordinatenachse so, denn tatsächlich ist der Formungsdruck in diesem Stadium über 0 bar. Speziell war im Beispiel 2 der Spitzendruck p_{spitze} des Formungsdrucks, der durch das Beschichtungsmaterial verursacht wurde, 19,62 bar (20 kp/cm²), und der Formungsdruck p' unmittelbar vor dem Entlasten bzw. Freigeben der Form, der durch das Beschichtungsmaterial verursacht wurde, war 4,91 bar (5 kp/cm²).

45

Beispiel 3

- [0205] Das Beispiel 3 betrifft auch die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Im Beispiel 3 wurde die Schließkraft der Form vom Beginn des Einspritzens des geschmolzenen Harzes bis zum Entlasten bzw. Freigeben der Form auf einem konstanten Niveau gehalten. Das heißt, im Beispiel 3 wurde der Hochdruck-Schließbetrieb benutzt. Spezieller war es so, daß die Schließkraft der Form vom Beginn des Einspritzens des geschmolzenen Harzes bis zum Entlasten bzw. Freigeben der Form auf etwa 100000 kg (100 Tonnen) gehalten wurde. Die Form und Größe des Hohlraums waren die gleichen wie jene im Beispiel 1.
 [0206] Im Beispiel 3 wurde aufgrund der Volumenkontraktion des Harzes, die durch das Kühlen des Harzes in dem Hohlraum unmittelbar vor dem Einführen eines Beschichtungsmaterials verursacht worden war, der Formungsdruck P, 55 der durch das in den Hohlraum eingespritzte Harz verursacht wurde, auf 0 bar herabgesetzt. Im Beispiel 3 wurde ein thermoplastisches Harz verwendet, welches die Bedingung $V_{12} \leq V_{10}$ erfüllte, worin V_{12} das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck P_0 , Temperatur T_{12}) ist, während V_{10} das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck P_{10} , Temperatur T_{10}) ist, P_{10} ist der Formungsdruck zu dem Zeitpunkt, in dem die Gewichtszunahme des Harzes in dem Hohlraum durch den Verweil- bzw. Druckhaltevorgang vollendet ist, T_{10} ist die Temperatur des thermoplastischen Harzes in dem Hohlraum zu dem obigen Zeitpunkt, T_{12} ist die Temperatur des thermoplastischen Harzes in dem Hohlraum unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials, und P_0 ist atmosphärischer Druck. Als Ergebnis wurde die Gleichung

$$V_{\text{Zwischenraum}} = V_{C0} - V_{R2} \geq 0$$

65

- erfüllt, und ein Zwischenraum 52 wurde zuverlässig zwischen dem Harz 40A in dem Hohlraum 50 und der Hohlraumwand gebildet. Das heißt, der Wert von P_{comp} wurde zuverlässig auf 0 bar gebracht, und der durch das Harz in dem Hohlraum verursachte Formungsdruck wurde auf 0 bar herabgesetzt.

DE 195 34 982 C 2

[0207] Im Beispiel 3 wurde das nachfolgend genannte Material als thermoplastisches Harz für das Formen verwendet. Weiter sind die Spritzgießbedingungen und die Verweil- bzw. Druckhaltevorgangsbedingungen, wie nachfolgend angegeben, festgesetzt worden. Das Beschichtungsmaterial war das gleiche wie jenes des Beispiels 1. Weiter wurde die gleiche Spritzgießeinrichtung verwendet, wie es jene ist, die in Fig. 12 gezeigt ist.

Thermoplastisches Harz für das Formen: Polyamid MXD6 (Reny 1022, geliefert von der Firma Mitsubishi Engineering-Plastics Corp.)

Spritzgießbedingungen

Formtemperatur	130°C
Temperatur des geschmolzenen Harzes	270°C
Einspritzdruck	686,7 bar (700 kp/cm ²)

Bedingungen des Verweil- bzw. Druckhaltevorgangs

Verweil- bzw. Haltedruck	490,5 bar-G (Überdruck) (500 kp/cm ² -G) (Überdruck)
Verweil- bzw. Druckhaltezeit	2,5 Sekunden.

[0208] Im Beispiel 3 war der obige Verweil- bzw. Haltedruck ein üblicher, während die obige Verweil- bzw. Druckhaltezeit kürzer als eine übliche Verweil- bzw. Druckhaltezeit war. Der Verweil- bzw. Druckhaltevorgang wird allgemein während 9 Sekunden ausgeführt, welche Zeitdauer einer Einspritzkanal-Verschlußzeit äquivalent ist. Die Gewichtszunahme des geschmolzenen Harzes durch den Verweil- bzw. Druckhaltevorgang war kleiner als die Gewichtszunahme eines geschmolzenen Harzes durch einen üblichen Verweil- bzw. Druckhaltevorgang. Infolgedessen war der Wert von v_{R2} kleiner als jener, der durch einen üblichen Verweil- bzw. Druckhaltevorgang erhalten wird, so daß ein Zwischenraum 52 leichter zwischen dem Harz 40A in dem Hohlraum 50 und der Hohlraumwand gebildet wurde.

[0209] Im Beispiel 3 wurde der Verweil- bzw. Druckhaltevorgang ausgeführt, und dann wurde das eingespritzte Harz während 50 Sekunden gekühlt und verfestigt. Dann wurde das Beschichtungsmaterial eingeführt, während die Schließkraft auf 100000 kg (100 Tonnen) gehalten wurde. Die Bedingungen zum Ausbilden der Beschichtung, die Bedingungen für das Kühlen des Beschichtungsmaterials und die Bedingungen für das Härteln des Beschichtungsmaterials waren wie folgt:

Bedingungen für da Ausbilden der Beschichtung

Beginn des Einführens des Beschichtungsmaterials

50 Sekunden nachdem die Verweil- bzw. Druckhalteperiode beendet war.

Druck (P_{inj}) für das Einführen des Beschichtungsmaterials: etwa 147,15 bar-G (Überdruck) (150 kp/cm²-G) (Überdruck))

Spitzendruck (p_{Spitze}) des Formungsdrucks unmittelbar nach dem Einführen des Beschichtungsmaterials: 147,15 bar (150 kp/cm²)

Formungsdruck (P) vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials: 0 bar
Menge des Beschichtungsmaterials: 0,55 cm³

Bedingungen für das Härteln der Beschichtung

Härtungszeit: 120 Sekunden

[0210] Die obige Härtungszeit ist auch eine Zeit, während der das eingespritzte Harz gekühlt und verfestigt wurde.

[0211] Der Formungsdruck p' unmittelbar vor dem Entlasten bzw. Freigeben der Form war 39,24 bar (40 kp/cm²). Das ist deswegen so, weil eine vorbestimmte Menge (Volumen: v_{F0}) des Beschichtungsmaterials in den Zwischenraum zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand derart eingeführt wurde, daß die Beziehung

$$v_{C0} + \Delta v_{C4} = v_{R4} + v_{F4} < v_{R5} + v_{F5}$$

erfüllt war.

[0212] Fig. 21 zeigt für das Beispiel 3 die Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit, verursacht durch das Harz, und die Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit, verursacht durch das Beschichtungsmaterial. Die Position des bewegbaren Formteils relativ zu dem ortsfesten Formteil war von dem Einspritzen des geschmolzenen Harzes bis zu dem Entlasten bzw. Freigeben der Form nahezu konstant.

[0213] Fig. 22 zeigt ein PVT-Diagramm des im Beispiel 3 verwendeten thermoplastischen Harzes. In Fig. 22 veranschaulicht A die Beziehung zwischen der Harztemperatur und dem spezifischen Volumen bei einem Druck von 0,981 bar (1 kp/cm²) (atmosphärischer Druck), B veranschaulicht die gleiche Beziehung bei einem Druck von 500,31 bar (510 kp/cm²), C veranschaulicht die gleiche Beziehung bei einem Druck von 686,7 bar (700 kp/cm²), D veranschaulicht die gleiche Beziehung bei einem Druck von 1000,62 bar (1020 kp/cm²), und E veranschaulicht die gleiche Beziehung bei einem Druck von 1500,93 bar (1530 kp/cm²). Der Verweil- bzw. Haltedruck (äquivalent P_{10}) war 490,5 bar-G (Überdruck) (500 kp/cm²-G) (Überdruck)), und die Temperatur (äquivalent T_{10}) des Harzes in dem Hohlraum in dem Verweil-

DE 195 34 982 C 2

bzw. Druckhalteschritt war 270°C. Wie aus Fig. 22 deutlich hervorgeht, war daher das spezifische Volumen V_{10} des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck $P_{10} = 490,5$ bar bzw. 500 kp/cm², Temperatur $T_{10} = 270^\circ\text{C}$) etwa 0,65 cm³/g. Das Harz in dem Hohlraum wurde von der Temperatur T_{10} (270°C) auf eine gewisse Temperatur (etwa 235°C in Fig. 22) gekühlt, während das Harz ein konstantes spezifisches Volumen V_{10} hatte. Dann änderte sich das Harz gemäß Fig. 22 in dem Hohlraum längs einer Linie A von etwa 235°C bis zu etwa 140°C derart, daß das spezifische Volumen abnahm. Zu einem Zeitpunkt, in dem die Temperatur etwa 140°C war (T_{11}), wurde das Beschichtungsmaterial eingeführt. Der durch das Harz unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials verursachte Formungsdruck war 0 bar, und die Temperatur T_{12} des Harzes in dem Hohlraum unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials war etwa 140°C. Daher hatte das spezifische Volumen V_{12} des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck $P_0 = \text{atmosphärischer Druck}$, Temperatur $T_{12} = 140^\circ\text{C}$) den Wert von 0,623 cm³/g. Das heißt, die Bedingung $V_{12} \leq V_{10}$ war erfüllt.

[0214] Im Beispiel 3 wurde ein thermoplastisches Harz, welches die Beziehung $V_{12} \leq V_{10}$ erfüllte, in dem Hochdruck-Schließbetrieb verwendet, und weiter wurde durch Herabsetzen der Verweil- bzw. Druckhaltezeit der Zwischenraum 52 (Volumen: $V_{\text{Zwischenraum}} = v_{C0} - v_{R2}$) zwischen dem Harz 40A in dem Hohlraum 50 und der Hohlraumwand gebildet. Es wurde ein spritzgegossener Gegenstand mit einer Beschichtung 82 aus der Beschichtungszusammensetzung, die eine mittlere Dicke von 100 µm hatte, auf nahezu der gesamten Oberfläche desselben erhalten.

Beispiel 4

[0215] Das Beispiel 4 betrifft auch die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das Beispiel 4 umfaßt die Schritte des Herabsetzens der Schließkraft auf Null nach der Vollendung des Einspritzens eines geschmolzenen Harzes in den Hohlraum 50 und vor dem Einführen eines Beschichtungsmaterials und dann das Anordnen bzw. Bringen des bewegbaren Formteils 26 im bzw. in Abstand von dem ortsfesten Formteil 22 in einen Zustand, in welchem der Hohlraum 50 durch das ortsfeste Formteil 22 und das bewegbare Formteil 26 gebildet wird. Die Spritzgußeinrichtung, welche für die Verwendung in dem Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes im Beispiel 4 geeignet ist, sei nachstehend unter Bezugnahme auf Fig. 23 in wesentlichen Merkmalen erläutert.

[0216] Die Form der Spritzgußeinrichtung, die für die Verwendung im Beispiel 4 geeignet ist, umfaßt auch ein ortsfestes Formteil 22 und ein bewegbares Formteil 26. Das ortsfeste Formteil 22 und das bewegbare Formteil 26 sind so strukturiert, daß das bewegbare Formteil 26 in einem Zustand, in dem ein Hohlraum 50 mittels des ortsfesten Formteils 22 und des bewegbaren Formteils 26 ausgebildet ist, im Abstand von dem ortsfesten Formteil 22 angeordnet werden bzw. sein kann. Das heißt, die Formteile sind so strukturiert, daß das Volumen des Hohlraums 50 durch Bringen bzw. Anordnen des bewegbaren Formteils 26 in weiterem Abstand von dem ortsfesten Formteil 22 erhöht werden kann (wenn bereits ein spritzgegossener Gegenstand aus einem Harz 40A darin ausgebildet ist).

[0217] Spezieller ist es, wie schematisch in Fig. 23 gezeigt ist, so, daß das bewegbare Formteil 26 und das ortsfeste Formteil 22 Kontaktteile bzw. -bereiche (Trennoberflächen) 26A und 22A haben, und die Kontaktteile bzw. -bereiche 26A und 22A haben eine solche Vorsprung-und-Rücksprung-Struktur (eine teleskopische Struktur), daß ein geschlossener Hohlraum 50 selbst dann gebildet werden kann, wenn das bewegbare Formteil 26 bis zu einem gewissen (zum Formhohlraum für das Formen des nichtbeschichteten Harzes 40A zusätzlichen) Ausmaß mit Abstand von dem ortsfesten Formteil 22 angeordnet ist. Fig. 23 zeigt einen Zustand der Form, in welchem das bewegbare Formteil 26 mit Abstand von dem ortsfesten Formteil 22 angeordnet und trotzdem der geschlossene Hohlraum 50 ausgebildet ist. Die anderen Strukturen der Spritzgußeinrichtung sind die gleichen wie jene in Beispiel 1, und daher werden nähere Erläuterungen weggelassen, es wird diesbezüglich vielmehr auf die entsprechenden früheren Erläuterungen verwiesen. Weiter sind in Fig. 23 aus Gründen der vereinfachten Darstellung die Veranschaulichung einer ortsfesten Platte 20, einer bewegbaren Platte 24, eines hydraulischen Schließ- bzw. Druckzylinders 30, eines hydraulischen Kolbens 33 und der Spurstangen 34 weggelassen. Die Form und Größe des Hohlraums sind die gleichen wie jene des Beispiels 1.

[0218] Im Beispiel 4 wurde die Schließkraft zur Zeit des Einspritzens eines geschmolzenen Harzes auf etwa 100000 kg (100 Tonnen) eingestellt, und vor dem Einführen eines Beschichtungsmaterials wurde die Schließkraft durch Betätigen des hydraulischen Schließzylinders 30 weggenommen (0 kg bzw. Tonnen). Infolgedessen wurde die Strecke (Dicke) des Hohlraums in der Formöffnungs- und -schließrichtung um etwa 0,2 mm erhöht. Weiter wurde die Dicke (Strecke) des Hohlraums 50 in der Formöffnungs- und -schließrichtung durch Anordnen des bewegbaren Formteils 26 im Abstand von dem ortsfesten Formteil 22 erhöht. Die Erhöhung des Abstands zwischen dem ortsfesten Formteil 22 und dem bewegbaren Formteil 26 war hierbei 0,1 mm. Das heißt, die Dicke (Strecke) des Hohlraums 50 in der Formöffnungs- und -schließrichtung war schließlich 0,3 mm größer als die Dicke (Strecke) zur Zeit des Einspritzens des geschmolzenen Harzes.

[0219] Im Beispiel 4 wurde ein thermoplastisches Harz verwendet, das die Bedingung $V_{12} \leq V'_{11}$ erfüllte, worin V_{12} das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck P_0 , Temperatur T_{12}) ist, während V'_{11} das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck P'_{11} , Temperatur T'_{11}) ist, P'_{11} ist der Formungsdruck unmittelbar nachdem das bewegbare Formteil im Abstand von dem ortsfesten Formteil angeordnet worden ist, T'_{11} ist die Temperatur des thermoplastischen Harzes in dem Hohlraum zu dem obigen Zeitpunkt, T_{12} ist die Temperatur des thermoplastischen Harzes in dem Hohlraum unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials, und P_0 ist atmosphärischer Druck.

[0220] Im Beispiel 4 wurden das gleiche thermoplastische Harz für die Formung und das gleiche Beschichtungsmaterial verwendet wie jene, die im Beispiel 1 verwendet wurden. Die Spritzgießbedingungen und die Bedingungen des Verweil- bzw. Druckhaltevorgangs waren wie folgt:

65

Formtemperatur	130°C
Temperatur des geschmolzenen Harzes	290°C

DE 195 34 982 C 2

Einspritzdruck

784,8 bar-G (Überdruck) (800 kp/cm²-G (Überdruck))

Bedingungen des Verweil- bzw. Druckhaltevorgangs

Verweil- bzw. Haltedruck
Verweil- bzw. Druckhaltezeit

490,5 bar-G (Überdruck) (500 kp/cm²-G (Überdruck))
10 Sekunden.

[0221] Im Beispiel 4 wurde, nachdem 50 Sekunden nach dem Beenden des Verweil- bzw. Druckhaltevorgangs vergangen waren, die Schließkraft durch Betätigen des hydraulischen Schließzylinders **30** auf 0 kg bzw. Tonnen gebracht, und weiter wurde das bewegbare Formteil **26** in einem Zustand, in welchem der Hohlraum **50** durch das ortsfeste Formteil **22** und das bewegbare Formteil **26** gebildet war, im Abstand von dem ortsfesten Formteil **22** angeordnet. Nachdem 54 Sekunden nach der Beendigung des Verweil- bzw. Druckhaltevorgangs vergangen waren, wurde ein Beschichtungsmaterial **80** in den Zwischenraum **52** eingeführt. Unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials hatte der Zwischenraum **52** das folgende Volumen:

$$V_{Zwischenraum} = V_{C0} + \Delta V_{C1} - V_{R2}$$

[0222] Die Bedingungen zum Ausbilden der Beschichtung, die Bedingungen für das Kühlen des Beschichtungsmaterials und die Bedingungen für das Härteln der Beschichtung waren wie folgt:

Bedingungen für das Ausbilden der Beschichtung

Beginn des Einführens des Beschichtungsmaterials

54 Sekunden nachdem die Verweil- bzw. Druckhalteperiode beendet war.

[0223] Spitzendruck (p_{Spitze}) des Formungsdrucks unmittelbar nach dem Einführen des Beschichtungsmaterials: 19,62 bar (20 kp/cm²)

Menge des eingeführten Beschichtungsmaterials: 1,7 cm³

Formungsdruck (P) vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials: 0 bar

Bedingungen für das Härteln der Beschichtung

Härtungszeit: 120 Sekunden.

[0224] Die obige Härtungszeit ist auch eine Zeit, während der das eingespritzte Harz gekühlt und verfestigt wurde.

[0225] Der Formungsdruck p' unmittelbar vor dem Entlasten bzw. Freigeben der Form war 4,91 bar (5 kp/cm²). Das ist deswegen so, weil eine vorbestimmte Menge (Volumen: v_{F0}) des Beschichtungsmaterials in den Zwischenraum zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand derart eingeführt wurde, daß die Beziehung

$$V_{C0} + \Delta V_{C4} = V_{R4} + V_{F4} < V_{R5} + V_{F5}$$

erfüllt war. Der Verweil- bzw. Haltedruck (äquivalent P_{10}) war 490,5 bar-G (Überdruck) (500 kp/cm²-G (Überdruck)), und die Temperatur (äquivalent T_{10}) des Harzes in dem Hohlraum in dem Verweil- bzw. Druckhalteschritt war 290°C. Daher war das spezifische Volumen V_{10} des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck $P_{10} = 490,5$ bar bzw. 500 kp/cm², Temperatur $T_{10} = 290^\circ\text{C}$) etwa 0,90 cm³/g. Andererseits war der Formungsdruck P'_{11} bereits 0 bar, bevor das bewegbare Formteil mit Abstand von dem ortsfesten Formteil angeordnet wurde, und er war 0 bar, unmittelbar nachdem das bewegbare Formteil mit Abstand von dem ortsfesten Formteil angeordnet worden war. Die Temperatur T'_{11} des Harzes in dem Hohlraum unmittelbar nachdem das bewegbare Formteil mit Abstand von dem ortsfesten Formteil angeordnet worden war, war 140°C. Weiter war die Temperatur T_{12} des Harzes in dem Hohlraum unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials auch etwa 140°C. Daher war das spezifische Volumen V'_{11} des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck $P'_{11} = 0$ bar, Temperatur $T'_{11} = 140^\circ\text{C}$) etwa 0,86 cm³/g, und das spezifische Volumen V_{12} des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck $P_0 = \text{atmosphärischer Druck}$, Temperatur $T_{12} = 140^\circ\text{C}$) war auch etwa 0,86 cm³/g. Das heißt, es war die Bedingung $V_{12} \leq V'_{11}$ erfüllt.

[0226] Im Beispiel 4 erfüllte das verwendete thermoplastische Harz die Bedingung $V_{12} \leq V'_{11}$, und weiter wurde der Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand ausgeführt, wodurch der Zwischenraum **52** (Volumen: $V_{Zwischenraum} = V_{C0} + \Delta V_{C1} - V_{R2}$) zuverlässiger zwischen dem Harz **40** in dem Hohlraum **50** und der Hohlraumwand gebildet wurde, und es wurde ein spritzgegossener Gegenstand erhalten, bei dem eine Beschichtung **82** aus der Beschichtzungszusammensetzung nahezu auf der ganzen Oberfläche desselben ausgebildet war. Die Beschichtung **82** hatte eine mittlere Dicke von 260 µm in dem Bodenteil des kastenförmigen spritzgegossenen Gegenstand.

Beispiel 5

[0227] Das Beispiel 5 betrifft die zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das heißt, im Beispiel 5 wird ein Beschichtungsmaterial **80** in einem Zustand eingeführt, in dem der Formungsdruck P , der durch das in den Hohlraum **50** eingespritzte Harz **40A** verursacht wird, höher als 0 bar ist. In dem Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes gemäß dem Beispiel 5 wird das geschmolzene Harz **40** in einem Zustand in den Hohlraum **50** eingespritzt, in dem die Form geschlossen ist und die Schließkraft aufrechterhalten wird, und dann wird das Beschichtungsmaterial **80** in die Grenze **54** zwischen dem Harz **40A** in dem Hohlraum **50** und der Hohlraumwand ohne Ausbildung irgendeines

DE 195 34 982 C 2

Zwischenraum (Spalts) zwischen dem Harz 40A in dem Hohlraum 50 und der Hohlraumwand eingeführt. Das heißt, im Beispiel 50 wird der Hochdruck-Schließbetrieb angewandt, in dem die Schließkraft vom Beginn des Einspritzens des geschmolzenen Harzes bis zum Entlasten bzw. Freigeben bzw. Lösen der Form auf einem konstanten Niveau gehalten wird. Die für die Verwendung im Beispiel 5 geeignete Spritzguteinrichtung ist die gleiche wie jene, die im Beispiel 1 verwendet worden ist, und daher ist ihre Erläuterung weggelassen, vielmehr wird auf die frühere Erläuterung verwiesen. Der Hohlraum hatte eine Form zum Erzeugen einer nahezu kastenförmigen Gestalt, die eine Länge von etwa 100 mm, eine Breite von etwa 30 mm, eine Tiefe von etwa 10 mm und eine Dicke von 4 mm hat. Die Form des Hohlraums ist jedoch nicht darauf beschränkt und kann jede andere Form haben, die erforderlich ist.

5 [0228] Im Beispiel 5 wurde ein thermoplastisches Harz verwendet, das die Bedingung $V_2 > V_{22}$ erfüllt, worin V_2 das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck P_0 , Temperatur T_{22}) ist, während V_{22} 10 das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck P_{22} , Temperatur T_{22}) ist, P_{22} ist der Formungsdruck unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials, der durch das Harz verursacht wird, T_{22} ist die Temperatur des thermoplastischen Harzes in dem Hohlraum zu dem obigen Zeitpunkt, und P_0 ist atmosphärischer Druck.

15 [0229] Das Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes gemäß dem Beispiel 5 wird nachstehend in näheren Einzelheiten unter Bezugnahme auf die Fig. 24 bis 26 erläutert.

[0230] Im Beispiel 5 wurde das gleiche thermoplastische Harz für die Formung verwendet, wie jenes, das im Beispiel 3 verwendet wurde, und es wurde das gleiche Beschichtungsmaterial verwendet wie jenes, das im Beispiel 1 verwendet wurde.

20 [0231] Die Spritzgießbedingungen waren wie folgt:

Formtemperatur	130°C
Temperatur des geschmolzenen Harzes	270°C
Einspritzdruck	686,7 bar-G (Überdruck) (700 kp/cm²-G (Überdruck))

25

[0232] Zunächst wurde, wie in Fig. 24A gezeigt ist, das geschmolzene Harz 40 aus dem thermoplastischen Harz aus einem Einspritzzyylinder 12 durch einen Eingußkanalteil 14 in den Hohlraum 50 eingespritzt, um den Hohlraum 50 mit dem geschmolzenen Harz zu füllen. Der Hohlraum 50 war durch Schließen des ortsfesten Formteils 22 mit dem bewegbaren Formteil 26 unter hohem Druck (etwa 100000 kg (100 Tonnen) im Beispiel 5) gebildet worden. In diesem Fall war der Hydraulikzylinder 62 der Beschichtungsmaterial-Einführungseinrichtung in einer Vorwärtsposition plaziert, wodurch der Beschichtungsmaterial-Einführungsteil 28 mit dem vorderen Ende des Absperrstifts 64 verschlossen war. Infolgedessen waren der Beschichtungsmaterial-Zuführungsteil 60 und der Hohlraum 50 nicht miteinander verbunden, und das Beschichtungsmaterial 80 floß nicht in den Hohlraum 50.

30 [0233] Unmittelbar nachdem das Einspritzen des geschmolzenen Harzes vollendet war, wurde der Verweil- bzw. Druckhaltevorgang unter den nachfolgend angegebenen Bedingungen ausgeführt. Diese Bedingungen des Verweil- bzw. Druckhaltevorgangs waren übliche Bedingungen, und die Verweil- bzw. Druckhaltezeit war nahezu äquivalent einer bzw. der Eingußkanal-Verschlußzeit.

40	Verweil- bzw. Haltedruck	784,8 bar-G (Überdruck) (800 kp/cm²-G (Überdruck))
	Verweil- bzw. Druckhaltezeit (-periode)	9 Sekunden

45 [0234] Nachdem die Verweil- bzw. Druckhalteperiode beendet war, wurde das vordere Ende des Absperrstifts 64 durch Betätigen des Hydraulikzylinders 62 der Beschichtungsmaterial-Einführungseinrichtung zurückbewegt, um den Beschichtungsmaterial-Einführungsteil 28 zu öffnen. Das Beschichtungsmaterial 80 wurde durch die Pumpe 70 zu dem Beschichtungsmaterial-Zuführungsteil 60 zugeführt. Infolgedessen wurde das Beschichtungsmaterial bis zu dem Beschichtungsmaterial-Einführungsteil 28 aufgefüllt. Da jedoch der Formungsdruck P höher als 0 bar war, war kein Zwischenraum zwischen dem Harz 40A und der Hohlraumwand gebildet, und der Beschichtungsmaterial-Zuführungsteil 60 und der Hohlraum 50 waren nicht miteinander verbunden. Das heißt, die Beziehung

50

$$V_{R2} > V_{C0}$$

55

spezieller

$$V_{R2} = V_{C0} + \Delta V_{C2}$$

war erfüllt. In diesem Stadium floß daher das Beschichtungsmaterial 80 nicht in den Hohlraum 50 bzw. nicht in die Hohlraumseite. Die Fig. 24B zeigt schematisch diesen Zustand. In der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der durch das Harz 40A verursachte Formungsdruck P höher als 0 bar, und es ist erforderlich, zu verhindern, daß das Harz 40A zu dem in Fig. 24B veranschaulichten Zeitpunkt in den Beschichtungsmaterial-Einführungsteil 28 fließt. Zu diesem Zweck kann jener Teil des Harzes 40A, welcher in Kontakt mit der Hohlraumwand ist, bis zu einem gewissen Ausmaß im voraus verfestigt werden. Speziell wird dieses durch ein Verfahren erreicht, in dem man eine adäquate Zeit verstreichen läßt, bevor der Absperrstift 64 nach der Verweil- bzw. Druckhalteperiode zurückbewegt wird, oder durch ein Verfahren, in dem ein kristallines Harz derart verwendet wird, daß ein Teil des Harzes 40A, der in Kontakt mit der Hohlraumwand ist, verglichen mit dem anderen Teil des Harzes 40A eine schnelle Verfestigung erfährt.

60 [0235] Dann wurde das vordere Ende des Absperrstifts 64 durch Vorwärtsbewegen des Hydraulikzylinders 62 der Beschichtungsmaterial-Einführungseinrichtung nach vorwärts bewegt. Fig. 25A veranschaulicht einen Zustand unmittelbar

vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials. Als das vordere Ende des Absperrstifts 64 weiter nach vorwärts bewegt wurde, wurde das Beschichtungsmaterial 80 in die Grenze 54 zwischen dem Harz 40A in dem Hohlraum 50 und der Hohlräumwand eingeführt (siehe Fig. 25B). Die Einführung des Beschichtungsmaterials wurde 4 Sekunden nach dem Ende der Verweil- bzw. Druckhalteperiode begonnen, und die Menge des eingeführten Beschichtungsmaterials war 0,2 cm³.

[0236] In diesem Fall wurde das Beschichtungsmaterial 80 eingeführt, während es das Harz 40A in dem Hohlraum 50 komprimierte, während es das bewegbare Formteil 26 bis zu einem gewissen Ausmaß in Abstand von dem ortsfesten Formteil 22 brachte oder während es auf beide Arten wirkte. Der Zustand, in dem das Beschichtungsmaterial 80 in die Grenze 54 zwischen dem Harz 40A in dem Hohlraum 50 und der Hohlräumwand eingeführt wird, hängt von dem Druck für das Einführen des Beschichtungsmaterials, der Schließkraft und der Flexibilität des Harzes 40A ab. Fig. 25B und die Fig. 26A und 26B zeigen eine schematische vergrößerte Ansicht eines Zustands, in dem das Harz 40A von dem Beschichtungsmaterial 80 komprimiert wird. In diesem Zustand ist die Beziehung

$$v_{F0} = \Delta v_{C3} + \Delta v_{R3}$$

erfüllt.

[0237] Die Form kann eine solche Vorsprung-und-Rücksprung-Struktur (eine teleskopische Struktur) haben, daß der Hohlraum selbst dann aufrechterhalten werden kann, wenn das bewegbare Formteil 26 (nach dem Verfestigen des Harzes 40A) bis zu einem gewissen Ausmaß mit Abstand von dem ortsfesten Formteil 22 angeordnet wird bzw. so angeordnet wird, daß ein Zwischenraum zwischen einem der Formteile und dem verfestigten Harz 40A gebildet wird, obwohl in den Figuren die Darstellung der Vorsprung-und-Rücksprung-Struktur weggelassen ist.

[0238] Die Bedingungen für das Einführen des Beschichtungsmaterials waren wie folgt:

Druck für das Einführen des Beschichtungsmaterials

(p_{inj}): 490,5 bar-G (Überdruck) (500 kp/cm²-G (Überdruck))

Formungsdruck bei dem Einführen des Beschichtungsmaterials (P): 294,3 bar (300 kp/cm²)

Spitzendruck des Formungsdrucks unmittelbar nach dem Einführen des Beschichtungsmaterials (P_{Spitze}): 490,5 bar (500 kp/cm²)

[0239] Fig. 27 zeigt schematisch eine Änderung des hydraulischen Drucks, welcher auf den Absperrstift 64 ausgeübt wird, wenn das Beschichtungsmaterial eingeführt wird. In einem in Fig. 24A gezeigten Zustand (Zeit t₀), übte der Hydraulikzylinder 62 einen hohen Druck auf den Absperrstift 64 aus, um zu verhindern, daß sich der Absperrstift 64 unter dem Druck des eingespritzten geschmolzenen Harzes 40 nach rückwärts bewegt. Danach wurde der auf den Absperrstift 64 anzuwendende Druck auf 0 bar-G (Überdruck) verminder, und weiter wurde dann ein Rückwärtsdruck auf den Absperrstift 64 ausgeübt, um den Absperrstift 64 zurückzubewegen, wie in Fig. 24B gezeigt ist (Zeit t₁ – t₂).

[0240] Der auf den Absperrstift 64 angewandte Druck nahm von einem in Fig. 25A gezeigten Zustand (Zeit t₂) bis zu einem Zeitpunkt (t₃), in dem das Beschichtungsmaterial 80 in die Grenze 54 zwischen dem Harz 40A in dem Hohlraum 50 und der Hohlräumwand durch den Beschichtungsmaterial-Einführungsteil 28 eingeführt wurde, wie in Fig. 25B gezeigt ist, zu. Während einer Zeitspanne von t₃ bis zu t₄ wurde das Beschichtungsmaterial 80 kontinuierlich in die Grenze 54 in dem Harz 40A in dem Hohlraum 50 und der Hohlräumwand eingeführt. Der auf den Absperrstift 64 in dem obigen Fall ausgeübte Druck wurde als ein Druck zum Einführen des Beschichtungsmaterials (p_{inj}) genommen. Der Druck für das Einführen des Beschichtungsmaterials (p_{inj}) war äquivalent der Gesamtheit aus dem Formungsdruck P und dem Strömungswiderstand des Beschichtungsmaterials. Generell ist daher die Bedingung p_{Spitze} > P erfüllt. Als die Bewegung des Absperrstifts 64 nach vorwärts beträchtlich fortgeschritten und als ein beträchtlicher Betrag des Beschichtungsmaterials eingeführt worden war, war es schwierig, weiteres Beschichtungsmaterial einzuführen. Infolgedessen wurde der auf den Absperrstift 64 angewandte Druck, der zum Einführen des Beschichtungsmaterials erforderlich war, erhöht. Zu einer Zeit t₅ kam der Absperrstift 64 in Fig. 27 am vorderen Ende seines Laufwegs an, und der Beschichtungsmaterial-Beschichtungsmaterial-Einführungsteil 28 wurde mit dem vorderen Ende des Absperrstifts 64 verschlossen (siehe Fig. 26A). Auf diese Art und Weise wird das Einführen des Beschichtungsmaterials beendet, und der Beschichtungsmaterial-Zuführungsteil 60 und der Hohlraum 50 waren nicht länger miteinander verbunden. Der Hydraulikzylinder 62 arbeitete dahingehend weiter, daß er einen Druck auf den Absperrstift 64 ausübte, so daß der Absperrstift 64 nicht zurückbewegt wurde.

[0241] Dann wurde das Beschichtungsmaterial 80 vollständig oder bis zu einem solchen Ausmaß, daß der Vorgang des Entlastens bzw. Freigebens der Form nicht behindert wurde, gehärtet, um eine Beschichtung 82 auf der Oberfläche des Harzes 40A in dem Hohlraum 50 auszubilden (siehe Fig. 26B). Das Härteten wurde während 120 Sekunden ausgeführt. Während dieser Zeitspanne wurde das Kühlen und Verfestigen des spritzgegossenen Harzes fortgesetzt. Dann wurde die Schließkraft, die bis dahin ausgeübt worden war, durch Zurückbewegen des Hydraulikkolbens 32 mit dem Hydraulikzylinder 30 weggenommen, um den Vorgang des Entlastens bzw. Freigebens der Form auszuführen. Schließlich wurde ein spritzgegossener Gegenstand aus der Form herausgenommen. Der Formungsdruck P' unmittelbar vor dem Entlasten bzw. Freigeben der Form war etwa 313,92 bar (320 kp/cm²). Da das verwendet thermoplastische Harz die Bedingung V₂ > V₂₂ erfüllte, wurde die Beziehung v_{R4} + v_{F4} < v_{R5} + v_{F5} erfüllt.

[0242] In der obigen Art und Weise wurde ein spritzgegossener Gegenstand erhalten, der auf nahezu der gesamten Oberfläche desselben die Beschichtung 82 aus der vorgesehenen Beschichtungszusammensetzung hatte. Die Beschichtung 82 hatte eine mittlere Dicke von 30 µm in dem Bodenteil des kastenförmigen spritzgegossenen Gegenstands.

[0243] Fig. 28 zeigt die Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit gemäß Beispiel 5. Der Formungsdruck unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials nahm nicht so weit wie bis zu 0 bar ab. Das Harz fuhr daher fort, die Hohlräumwand nach dem Einführen des Beschichtungsmaterials mit Druck zu beaufschlagen, und der Formungsdruck nahm nicht auf 0 bar ab. Mit anderen Worten bedeutet das, daß kein Zwischenraum (Spalt) zwischen dem Harz 40A in dem Hohlraum 50 und der Hohlräumwand gebildet wurde. Die Position des bewegbaren Formteils relativ zu dem ortsfesten Formteil war vom Einspritzen des geschmolzenen Harzes bis zum Entlasten bzw. Freige-

DE 195 34 982 C 2

ben der Form nahezu konstant.

- [0244] Der Formungsdruck P_{22} unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials war 294,3 bar (300 kp/cm²), und die Temperatur T_{22} des Harzes in dem Hohlraum zu diesem Zeitpunkt war 235°C. Die Fig. 29 zeigt ein PVT-Diagramm des im Beispiel 5 verwendeten thermoplastischen Harzes. Das in Fig. 29 gezeigte PVT-Diagramm ist das gleiche wie jenes in Fig. 22. Wie in Fig. 29 gezeigt ist, sind, wenn das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck $P_{22} = 294,3$ bar bzw. 300 kp/cm², Temperatur $T_{22} = 235^\circ\text{C}$) die Größe V_{22} hat, und wenn das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck $P_0 = \text{atmosphärischer Druck}$, Temperatur $T_{22} = 235^\circ\text{C}$) die Größe V_2 hat, $V_{22} = 0,643 \text{ cm}^3/\text{g}$ und $V_2 = 0,653 \text{ cm}^3/\text{g}$. Das heißt, die Bedingung $V_2 > V_{22}$ ist erfüllt. Das heißt weiter, die Bedingung

$$v_{C0} + \Delta v_{C2} = v_{R2} < v'_{R5}$$

ist erfüllt. Daher nimmt der Formungsdruck unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials nicht bis auf 0 bar ab, und dieser Druck wird als P_{comp} erkannt.

15

Beispiel 6

- [0245] Das Beispiel 6 betrifft auch die zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das Beispiel 6 unterscheidet sich vom Beispiel 5 darin, daß die Schließkraft auf ein Niveau, das niedriger als jenes beim Einspritzen eines geschmolzenen Harzes ist, vor dem Einführen eines Beschichtungsmaterials 80 herabgesetzt wird. Das heißt, die Schließkraft bei dem Einspritzen des geschmolzenen Harzes war im vorliegenden Beispiel etwa 100000 kg (100 Tonnen) (= F_{20}), und die Schließkraft wurde vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials 80 auf etwa 5000 kg (5 Tonnen) (= F_{21}) vermindert. Das heißt F_{21}/F_{20} ist nahezu gleich 0,05. Die Form und Größe des Hohlraums sind die gleiche wie jene des Beispiels 5.

- [0246] In dem Beispiel 6 wurden das gleiche thermoplastische Harzmaterial und das gleiche Beschichtungsmaterial verwendet wie jene, die im Beispiel 5 verwendet wurden. Die Spritzgießbedingungen und die Bedingungen des Verweil- bzw. Druckhaltevorgangs waren die gleichen wie jene im Beispiel 5, und zwar waren es folgende:

Spritzgießbedingungen

30

Formtemperatur	130°C
Temperatur des geschmolzenen Harzes	270°C
Einspritzdruck	686,7 bar-G (Überdruck) (700 kp/cm ² -G (Überdruck))

35

Bedingungen des Verweil- bzw. Druckhaltevorgangs

40

Verweil- bzw. Haltedruck	784,8 bar-G (Überdruck) (800 kp/cm ² -G (Überdruck))
Verweil- bzw. Druckhaltezeit	9 Sekunden.

45

- [0247] Im Beispiel 6 wurde unmittelbar nach dem Ende der Verweil- bzw. Druckhalteperiode die Schließkraft durch Betätigen des hydraulischen Schließzylinders 30 auf etwa 5000 kg (5 Tonnen) vermindert. Das Volumen des Hohlraums nahm daher bis zu einem gewissen Ausmaß ($v_{C0} + \Delta v_{C1}$) zu. Da jedoch ein thermoplastisches Harz verwendet wurde, das die Bedingung $V_2 > V_{22}$ erfüllte, wurde die Beziehung

$$v_{C0} + \Delta v_{C2} = v_{R2} < v'_{R5}$$

- noch eingehalten, und der Wert von P_{comp} war groß. Dann wurde das vordere Ende des Absperrstifts 64 durch Zurückbewegen des Hydraulikzylinders 62 der Beschichtungsmaterial-Einführungseinrichtung so bewegt, daß der Beschichtungsmaterial-Einführungsteil 28 geöffnet wurde. Infolgedessen wurde das Beschichtungsmaterial bis zu dem Beschichtungsmaterial-Einführungsteil 28 aufgefüllt. Da jedoch der Formungsdruck P nicht auf 0 bar abnahm, wurde kein Zwischenraum zwischen dem Harz 40A und der Hohlraumwand gebildet, und der Beschichtungsmaterial-Zuführungsteil 60 und der Hohlraum 50 waren nicht miteinander verbunden. Das Beschichtungsmaterial 80 floß daher in diesem Stadium nicht in den Hohlraum 50 bzw. in die betreffende Seite des Hohlraums 50.

- [0248] Die Schließkraft wurde vermindert, und dann wurde das Beschichtungsmaterial 80 in die Grenze 54 zwischen dem Harz 40A in dem Hohlraum 50 und der Hohlraumwand durch Vorwärtsbewegen des Absperrstifts 64 eingeführt. In diesem Fall wurde die Beziehung

$$V_{F0} = V_{C3} + \Delta v_{R3}$$

- erfüllt, wobei Δv_{C3} aufgrund des Niedrigdruck-Schließbetriebs größer als im Beispiel 5 war. Es konnte daher eine Beschichtung ausgebildet werden, die eine größere Dicke als im Beispiel 5 hatte. Das Einführen des Beschichtungsmaterials wurde 4 Sekunden nach dem Ende der Verweil- bzw. Druckhalteperiode begonnen.

65

Bedingungen für das Ausbilden der Beschichtung

- Druck (p_{inj}) für das Einführen des Beschichtungsmaterials: etwa 235,44 bar-G (Überdruck) (240 kp/cm²-G (Überdruck))

DE 195 34 982 C 2

Formungsdruck (P) zur Zeit des Einföhrens des Beschichtungsmaterials: 98,1 bar (100 kp/cm²)

Formungsdruck (P_{Spitze}) unmittelbar nach dem Einföhren des Beschichtungsmaterials: 235,44 bar (240 kp/cm²)

Menge des eingeföhrt Beschichtungsmaterials: 0,3 cm³

Bedingungen für das Härten der Beschichtung

Härtungszeit: 120 Sekunden.

[0249] Während der obigen Härtungszeit wurde das spritzgegossene Harz kontinuierlich gekühlt. Nachdem das Einföhren des Beschichtungsmaterials vollendet ist, kann die Schließkraft auf einem verminderen Niveau aufrechterhalten werden, oder sie kann bis zu einem solchen Ausmaß erhöht werden, daß die gebildete Beschichtung nicht beschädigt wird.

[0250] In der obigen Art und Weise wurde ein spritzgegossener Gegenstand erhalten, der auf nahezu der gesamten Oberfläche desselben eine Beschichtung **82** aus der verwendeten Beschichtzungszusammensetzung hatte. Die Beschichtung **82** hatte eine mittlere Dicke von 50 µm in dem Bodenteil des kastenförmigen spritzgegossenen Gegenstands.

[0251] In Fig. 30 veranschaulichen eine ausgezogene Linie und eine gestrichelte Linie die Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit und die Verlagerung bzw. Verschiebung des bewegbaren Formteils gegenüber dem ortsfesten Formteil im Beispiel 6. Der Formungsdruck P_{22} unmittelbar vor dem Einföhren des Beschichtungsmaterials war 98,1 bar (100 kp/cm²), und die Temperatur T_{22} des Harzes in dem Hohlraum war zu diesem Zeitpunkt 235°C. Die Fig. 31 zeigt ein PVT-Diagramm des im Beispiel 6 verwendeten thermoplastischen Harzes. Das in Fig. 31 gezeigte PVT-Diagramm ist das gleiche wie jenes in Fig. 22. Wie in Fig. 31 gezeigt ist, ist, wenn das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck $P_{22} = 98,1$ bar bzw. 100 kp/cm², Temperatur $T_{22} = 235^\circ\text{C}$) den Wert V_{22} hat, und wenn das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck P_0 atmosphärischer Druck, Temperatur $T_{22} = 235^\circ\text{C}$) den Betrag V_2 hat $V_{22} = 0,648 \text{ cm}^3/\text{g}$ und $V_2 = 0,653 \text{ cm}^3/\text{g}$. Das heißt, die Beziehung $V_2 > V_{22}$ ist erfüllt. Das bedeutet auch, daß die Beziehung

$$v_{C0} + \Delta v_{C2} = v_{R2} < v'_{R5}$$

erfüllt ist. Daher nimmt der Formungsdruck unmittelbar vor dem Einföhren des Beschichtungsmaterials nicht so weit wie bis zu 0 bar ab, und dieser Druck wird als P_{comp} erkannt. Mit anderen Worten bedeutet das, daß kein Zwischenraum (Spalt) zwischen dem Harz **40A** in dem Hohlraum **50** und der Hohlräumwand gebildet werden kann.

[0252] Der Formungsdruck P' unmittelbar vor dem Entlasten bzw. Freigeben der Form war etwa 186,39 bar (190 kp/cm²). Das heißt, der Formungsdruck P' unmittelbar vor dem Entlasten bzw. Freigeben der Form nahm nicht bis auf 0 bar ab. Dieses ist deswegen so, weil eine vorbestimmte Menge (Volumen: v_{F0}) des Beschichtungsmaterials in die Grenze zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlräumwand derart eingeführt wurde, daß die Beziehung

$$v_{C0} + \Delta v_{C4} = v_{R4} + v_{F4} < v_{R5} + v_{F5}$$

erfüllt war. Daher fuhr das Harz fort, die Hohlräumwand nach dem Einföhren des Beschichtungsmaterials mit Druck zu beaufschlagen, und der Formungsdruck nahm nicht bis auf 0 bar ab.

Beispiel 7

[0253] Das Beispiel 7 betrifft auch die zweite Ausführungsform der Erfindung. Das Beispiel 7 unterscheidet sich vom Beispiel 5 darin, daß die Schließkraft vor dem Einföhren eines Beschichtungsmaterials **80** auf ein niedrigeres Niveau als jenes zur Zeit des Einspritzens eines geschmolzenen Harzes vermindert wird, daß das bewegbare Formteil **26** dann in einem Zustand, in welchem der Hohlraum **50** von dem ortsfesten Formteil **22** und dem bewegbaren Formteil **26** gebildet wird, in Abstand von dem ortsfesten Formteil **22** gebracht wird, und daß das Beschichtungsmaterial **80** dann in die Grenze **54** zwischen dem Harz **40A** im Hohlraum **50** und der Hohlräumwand eingeführt wird. Im Beispiel 7 war die Schließkraft zur Zeit des Einspritzens des geschmolzenen Harzes etwa 100000 kg (100 Tonnen), und die Schließkraft wurde vor dem Einföhren des Beschichtungsmaterials weggenommen (0 kg bzw. Tonnen). Infolgedessen nahm die Strecke (Dicke) des Hohlraums in der Formöffnungs- und -schließrichtung um etwa 0,2 mm zu. Weiter wurde das bewegbare Formteil **26** etwa 0,1 mm von dem ortsfesten Formteil **22** beabstandet. Infolgedessen war die Dicke (Strecke) des Hohlraums **50** in der Formöffnungs- und -schließrichtung schließlich 0,3 mm größer als die Dicke (Strecke) zur Zeit des Einspritzens des geschmolzenen Harzes. Das ortsfeste Formteil **22** und das bewegbare Formteil **26** einer Spritzgußmaschine, die für die Verwendung in dem Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes gemäß dem Beispiel 7 geeignet ist, können die gleiche Struktur haben, wie jene, die in Fig. 22 gezeigt sind. Die Form und Größe des Hohlraums sind die gleichen wie jene des Beispiels 5.

[0254] In dem Beispiel 7 wurden das gleiche thermoplastische Harz für die Formung und das gleiche Beschichtungsmaterial verwendet wie jene, die im Beispiel 5 verwendet wurden. Die Spritzgießbedingungen und die Bedingungen des Verweil- bzw. Druckhaltevorgangs waren die gleichen wie jene im Beispiel 5, und zwar waren es folgende:

Spritzgießbedingungen

Formtemperatur

130°C

Temperatur des geschmolzenen Harzes

270°C

Einspritzdruck

686,7 bar-G (Überdruck) (700 kp/cm²-G (Überdruck))

DE 195 34 982 C 2

Bedingungen des Verweil- bzw. Druckhaltevorgangs

Verweil- bzw. Haltedruck
Verweil- bzw. Druckhaltezeit

784,8 bar-G (Überdruck) (800 kp/cm²-G (Überdruck))
9 Sekunden.

5

[0255] Im Beispiel 7 wurde, unmittelbar nachdem die Verweil- bzw. Druckhalteperiode beendet war, die Schließkraft durch Betätigen des hydraulischen Schließzylinders **30** weggenommen, und das bewegbare Formteil **26** wurde um etwa 0,1 mm in Abstand von dem ortsfesten Formteil gebracht. Infolgedessen war die Dicke (Strecke) des Hohlraums **50** in der Formöffnungs- und -schließrichtung schließlich 0,3 mm. Dann wurde das vordere Ende des Absperrstifts **64** durch Zurückbewegen des Hydraulikzylinders **62** der Beschichtungsmaterial-Einführungseinrichtung zurückbewegt, um den Beschichtungsmaterial-Einführungsteil **28** zu öffnen. Infolgedessen wurde das Beschichtungsmaterial bis zu dem Beschichtungsmaterial-Einführungsteil **28** aufgefüllt. Jedoch war der Hohlraum (Volumen: $v_{C0} + \Delta v_{C2}$) vollständig mit dem Harz gefüllt, und der Formungsdruck war nicht auf 0 bar vermindert worden. Daher war kein Zwischenraum zwischen dem Harz **40A** und der Hohlraumwand gebildet, und der Beschichtungsmaterial-Zuführungsteil **60** und der Hohlraum **50** waren nicht miteinander verbunden. Das Beschichtungsmaterial **80** floß daher in diesem Stadium nicht in den Hohlraum **50** bzw. nicht in die entsprechende Seite des Hohlraums **50**.

[0256] Das bewegbare Formteil **26** wurde in Abstand von dem ortsfesten Formteil **22** gebracht, und dann wurde das Beschichtungsmaterial **80** in die Grenze **54** zwischen dem Harz **40A** in dem Hohlraum **50** und der Hohlraumwand durch Vorwärtsbewegen des Absperrstifts **64** eingeführt. Das Einführen des Beschichtungsmaterials wurde 4 Sekunden nach dem Ende der Verweil- bzw. Druckhalteperiode begonnen. Das einzufüllende Volumen des Beschichtungsmaterials war eine Menge, welche die Beziehung $v_{F0} = \Delta v_{C3} + \Delta v_{R3}$ erfüllen sollte. Verglichen mit dem Beispiel 6 war Δv_{C3} aufgrund des Betriebs des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand groß. Es konnte daher eine Beschichtung ausgebildet werden, die eine größere Dicke als jene im Beispiel 6 hatte.

25

Bedingungen für das Ausbilden der Beschichtung

[0257] Druck (p_{inj}) für das Einführen des Beschichtungsmaterials: etwa 196,2 bar-G (Überdruck) (200 kp/cm²-G (Überdruck))
30 Formungsdruck (P) zur Zeit des Einführens des Beschichtungsmaterials: 49,05 bar (50 kp/cm²)
Formungsdruck (P_{Spitze}) unmittelbar nach dem Einführen des Beschichtungsmaterials: 196,2 bar (200 kp/cm²)
Menge des eingeführten Beschichtungsmaterials: 0,6 cm³

35

Bedingungen für das Härteln der Beschichtung

Härtungszeit: 120 Sekunden.
[0258] Während der obigen Beschichtungshärtungszeit wurde das spritzgegossene Harz kontinuierlich gekühlt. Nachdem das Einführen des Beschichtungsmaterials vollendet ist, kann die Schließkraft aufrechterhalten werden, obwohl sie weggenommen wird, oder sie kann bis zu einem solchen Ausmaß erhöht werden, daß die ausgebildete Beschichtung nicht beschädigt wird.
[0259] In der obigen Art und Weise wurde ein spritzgegossener Gegenstand erhalten, der auf nahezu der gesamten Oberfläche desselben eine Beschichtung **82** aus der verwendeten Beschichtungszusammensetzung hatte. Die Beschichtung **82** hatte eine mittlere Dicke von 100 µm in dem Bodenteil des kastenförmigen spritzgegossenen Gegenstands.
[0260] Die Fig. 32 zeigt in einer ausgezogenen Linie und einer gestrichelten Linie die Änderung des Formungsdrucks in Abhängigkeit von der Zeit und die Verlagerung bzw. Verschiebung des bewegbaren Formteils gegenüber dem ortsfesten Formteil im Beispiel 7. Der Formungsdruck P_{22} unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials war 49,05 bar (50 kp/cm²), und die Temperatur T_{22} des Harzes in dem Hohlraum war zu diesem Zeitpunkt 235°C. Fig. 33 zeigt ein PVT-Diagramm des im Beispiel 7 verwendeten thermoplastischen Harzes. Das in Fig. 33 gezeigte PVT-Diagramm ist das gleiche wie jenes in Fig. 22. Wie in Fig. 33 gezeigt ist, ist, wenn das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck $P_{22} = 49,05$ bar bzw. 50 kp/cm², Temperatur $T_{22} = 235^\circ\text{C}$) den Wert V_{22} hat, und wenn das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen (Druck $P_0 = \text{atmosphärischer Druck}$, Temperatur $T_{22} = 235^\circ\text{C}$) den Wert V_2 hat, $V_{22} = 0,650 \text{ cm}^3/\text{g}$ und $V_2 = 0,653 \text{ cm}^3/\text{g}$. Das heißt, die Bedingung $V_2 > V_{22}$ ist erfüllt. Das heißt auch, daß die Beziehung

$$55 \quad v_{C0} + \Delta v_{C2} = v_{R2} < v'_{R5}$$

ist erfüllt. Daher nimmt der Formungsdruck unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials nicht bis auf 0 bar ab, und dieser Druck wird als P_{comp} erkannt. Mit anderen Worten heißt das, daß kein Zwischenraum (Spalt) zwischen dem Harz **40A** in dem Hohlraum **50** und der Hohlraumwand gebildet werden kann.
60 [0261] Der Formungsdruck P' unmittelbar vor dem Entlasten bzw. Freigeben der Form war etwa 98,1 bar (100 kp/cm²). Das heißt, der Formungsdruck P' unmittelbar vor dem Entlasten bzw. Freigeben der Form nahm nicht bis auf 0 bar ab. Das ist deswegen so, weil eine vorbestimmte Menge (Volumen: v_{F0}) des Beschichtungsmaterials in die Grenze zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand derart eingeführt wurde, daß die Beziehung

$$65 \quad v_{C0} + \Delta v_{C4} = v_{R4} + v_{F4} < v_{R5} + v_{F5}$$

erfüllt war. Daher fuhr das Harz fort, die Hohlraumwand nach dem Einführen des Beschichtungsmaterials mit Druck zu beaufschlagen, und der Formungsdruck nahm nicht bis auf 0 bar ab.

[0262] Die vorliegende Erfindung ist zwar vorstehend unter Bezugnahme auf bevorzugte Beispiele erläutert worden, jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt. Die Bedingungen und Materialien, die in den Beispielen angegeben worden sind, sind erläuternd und beispielhaft, und sie können je nach Erfordernis geändert werden. Weiter ist die Struktur der in den Beispielen verwendeten Spritzgußeinrichtung erläuternd und beispielhaft, und sie kann in der Ausbildung je nach Erfordernis geändert werden. Zum Beispiel ist zwar in der gezeigten Spritzgußeinrichtung das ortsfeste Formteil 22 mit dem Beschichtungsmaterial-Einführungsteil 28 versehen, jedoch kann stattdessen das bewegbare Formteil 26 mit dem oder einem Beschichtungsmaterial-Einführungsteil 28 versehen sein, wodurch eine Beschichtung auf einer bzw. der inneren Oberfläche von beispielsweise einem kastenförmigen spritzgegossenen Gegenstand ausgebildet werden kann. Weiter kann das ortsfeste Formteil 22 mit einem Beschichtungsmaterial-Einführungsteil 28 versehen sein, und gleichzeitig kann das bewegbare Formteil 26 mit einem anderen Beschichtungsmaterial-Einführungsteil versehen sein, so daß eine Beschichtung auf einer oder der äußeren Oberfläche eines geformten Gegenstands, zum Beispiel eines kastenförmig geformten Gegenstands, ausgebildet werden kann, und eine Beschichtung auf einer oder der inneren Oberfläche des geformten Gegenstands, zum Beispiel des vorgenannten kastenförmig geformten Gegenstands, ausgebildet werden kann.

[0263] In der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann, um es viel leichter zu machen, den Zwischenraum 52 zwischen dem Harz 40A in dem Hohlraum 50 und der Hohlräumwand zu bilden, der Verweil- bzw. Druckhaltevorgang mit einem Verweil- bzw. Haltedruck ausgeführt werden, der niedriger als ein allgemein erforderlicher Verweil- bzw. Haltedruck ist, und zwar in einem Zustand, in welchem die Form geschlossen ist und die Schließkraft aufrechterhalten wird. Der Verweil- bzw. Haltedruck ist in diesem Fall vorzugsweise 30 bis 90%, mehr bevorzugt 40 bis 60%, des allgemein erforderlichen Verweil- bzw. Haltedrucks. Die Schließkraft während der Verweil- bzw. Druckhalteperiode kann konstant sein, oder sie kann nacheinander oder fortlaufend verändert werden. Zum Beispiel kann die Schließkraft während der Verfestigung eines geschmolzenen Harzes zu einem Festkörper schrittweise verändert werden. Andernfalls kann, nachdem ein geschmolzenes Harz in den Hohlraum eingespritzt worden ist, der Verweil- bzw. Druckhaltevorgang in einem Zustand, in dem die Form geschlossen ist und die Schließkraft aufrechterhalten wird, mit einem allgemein erforderlichen Verweil- bzw. Haltedruck und während einer Zeitdauer, die kleiner als eine generell bzw. allgemein erforderliche Verweil- bzw. Druckhaltezeit (-periode) ist, ausgeführt werden. In diesem Falle ist die Verweil- bzw. Druckhaltezeit (-periode) vorzugsweise 20 bis 80%, mehr bevorzugt 30 bis 50%, einer allgemein erforderlichen Verweil- bzw. Druckhaltezeit (-periode).

[0264] In dem Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes, das durch die vorliegende Erfindung zur Verfügung gestellt wird, wird die erste Ausführungsform oder die zweite Ausführungsform derart angemessen ausgewählt, daß der Formungsdruck p_{Spitze} oder P_{Spitze} unmittelbar nach dem Einführen des Beschichtungsmaterials in den bereits spezifizierten Bereich gebracht wird, und gleichzeitig kann die Art und Weise des Schließbetriebs (Hochdruck-Schließbetrieb, Niedrigdruck-Schließbetrieb oder Betrieb des Anordnens des bewegbaren Formteils mit Abstand) angemessen ausgewählt werden. Die beste Kombination der obigen Verfahrensweisen kann in Abhängigkeit von der Art eines bzw. des zu verwendenden thermoplastischen Harzes, der Flexibilität eines bzw. des Harzes in dem Hohlraum unmittelbar vor dem Einführen eines bzw. des Beschichtungsmaterials, der Menge des einzuführenden Beschichtungsmaterials (d. h. der Dicke der auf einem spritzgegossenen Gegenstand auszubildenden Beschichtung) sowie der Dicke und Form eines bzw. des spritzgegossenen Gegenstands bestimmt werden.

[0265] Mit dem Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes, das durch die vorliegende Erfindung zur Verfügung gestellt wird, kann eine in verschiedenster Weise funktionelle Beschichtung auf einer Harzoberfläche in dem Verfahrensschritt des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes ausgebildet werden. Weiter wird auf diese Weise die Anzahl der Verfahrens- bzw. Herstellungsschritte bis zum Endprodukt herabgesetzt, die Produktionseinrichtungen und -anlagen werden vermindert, die Verarbeitungs- und Behandlungszeit wird herabgesetzt und die Herstellungskosten werden signifikant gesenkt.

[0266] In der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Zwischenraum (Spalt) zwischen einem bzw. dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlräumwand ausgebildet, und es wird ein Beschichtungsmaterial in den Zwischenraum eingeführt. Daher kann eine gleichförmige Beschichtung auf der Oberfläche eines bzw. des spritzgegossenen Gegenstands ausgebildet werden. Weiter kann durch Ausführen des Verweil- bzw. Druckhaltevorgangs während einer vorbestimmten Zeitdauer das Auftreten von Mulden, Einfall- und Einsackstellen sowie Lücken, Lunkern und Poren verhindert werden. Darüber hinaus wird die Ein- bzw. Aufprägbarkeit der Hohlräumoberfläche in bzw. auf einen spritzgegossenen Gegenstand verbessert. Weiterhin kann durch Definieren des spezifischen Volumens eines thermoplastischen Harzes, sowie des Werts von P_{comp} ein bzw. der Kompressionsdruck, den ein Überschuß eines eingefüllten geschmolzenen Harzes in dem Hohlraum erhält, zuverlässig auf 0 bar gebracht werden, und es kann zuverlässig ein Zwischenraum (Spalt) zwischen der Oberfläche eines spritzgegossenen Gegenstands und der Hohlräumwand gebildet werden. Außerdem kann durch Einführen eines Beschichtungsmaterials, nachdem der auf ein Harz in dem Hohlraum ausgeübte Druck auf atmosphärischen Druck abnimmt bzw. abgenommen hat, das Beschichtungsmaterial zuverlässig und gleichförmig eingeführt werden. Durch Definieren des Werts von p_{Spitze} kann ein Beschichtungsmaterial in einer Menge, die größer als das Volumen des Zwischenraums ist, zuverlässig eingeführt werden (Beschichtungsmaterial-Überschußverfahren) ("overshot method"), und ein bzw. der Druck wird weiter auf das eingeführte Beschichtungsmaterial ausgeübt und weiter auch auf das Beschichtungsmaterial, welches schrumpft. Infolgedessen ist die Ein- bzw. Aufprägbarkeit der Hohlräumwandoberfläche in bzw. auf die Oberfläche der Beschichtung ausgezeichnet, und der Glanz und/oder die Glätte der Oberfläche der Beschichtung ist bzw. sind wesentlich verbessert. Schließlich hat die Beschichtung eine ausgezeichnete Fähigkeit der Haftung an dem thermoplastischen Harz.

[0267] In der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein bzw. das Beschichtungsmaterial in die Grenze zwischen einem Harz in dem Hohlraum und der Hohlräumwand eingeführt, bevor der Formungsdruck, welcher durch das in den Hohlraum eingespritzte Harz verursacht wird, vollständig abnimmt bzw. abgenommen hat (mit anderen Worten, ohne daß irgendein Zwischenraum zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlräumwand gebildet wird). Infolgedessen bleibt zuverlässig ein Druck auf das eingeführte Beschichtungsmaterial fortbestehen, so daß die Ein- bzw.

Aufprägbarkeit der Hohlraumwandoberfläche in bzw. auf die Oberfläche der Beschichtung ausgezeichnet ist und die Beschichtung eine wesentlich verbesserte glänzende und/oder glatte Oberfläche hat, und zwar selbst dann, wenn das Beschichtungsmaterial schrumpft, und darüber hinaus hat die Beschichtung eine signifikant verbesserte Fähigkeit der Haftung an dem thermoplastischen Harz. Durch Definieren des spezifischen Volumens des thermoplastischen Harzes kann das Beschichtungsmaterial zuverlässig in die Grenze zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand eingeführt werden, bevor der Formungsdruck, welcher durch das in den Hohlraum eingespritzte Harz verursacht wird, vollständig abnimmt, d. h. in einem Zustand von $P > 0$. Weiter kann das Beschichtungsmaterial durch Definieren des Werts des Formungsdrucks P unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials zuverlässig in die Grenze zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand eingeführt werden, oder es kann dadurch, daß der Wert des Formungsdrucks P_{Spitze} unmittelbar nach dem Einführen des Beschichtungsmaterials entsprechend definiert wird, fortgesetzt bzw. kontinuierlich ein Druck auf das Beschichtungsmaterial ausgeübt werden, das in die Grenze zwischen dem Harz in dem Hohlraum und der Hohlraumwand eingeführt ist. Weiter kann durch Einleiten des Einführens des Beschichtungsmaterials zu einem Zeitpunkt oder nach einem Zeitpunkt, zu dem bzw. nach dem die Verweil- bzw. Druckhalteperiode beendet ist bzw. war, ein Fließen des geschmolzenen Harzes in die Beschichtungsmaterial-Einspritzeinrichtung verhindert werden, und die Haftung der Beschichtung an dem thermoplastischen Harz wird signifikant verbessert.

[0268] Mit der Erfindung wird ein Verfahren zum Spritzgießen eines thermoplastischen Harzes zur Verfügung gestellt, welches insbesondere die folgenden Verfahrensschritte umfaßt:

- (a) Einspritzen eines geschmolzenen Harzes aus einem thermoplastischen Harz in einen Hohlraum, der in einer Form vorgesehen ist, die ein ortsfestes Formteil und ein bewegbares Formteil umfaßt;
- (b) Einführen einer vorbestimmten Menge eines Beschichtungsmaterials in die Form zwischen das Harz in dem Hohlraum und die Hohlraumwand, nachdem das Einspritzen des geschmolzenen Harzes vollendet ist, so daß es ermöglicht wird, daß das Harz in dem Hohlraum mit dem eingeführten Beschichtungsmaterial komprimiert wird und/oder daß es ermöglicht wird, daß sich das bewegbare Formteil in der Formöffnungsrichtung bewegt; und
- (c) Aufrechterhalten des Formungsdrucks vor dem Entlasten bzw. Freigeben bzw. Lösen der Form auf einem Niveau, das höher als 0 bar ist.

Patentansprüche

1. Ein Verfahren des Spritzgießens eines thermoplastischen Harzes, umfassend die Schritte des
 - (a) Einspritzens eines geschmolzenen Harzes (40) aus einem thermoplastischen Harz in einen Hohlraum (50), der in einer Form (22, 26) vorgesehen ist, die ein ortsfestes Formteil (22) und ein bewegbares Formteil (26) umfaßt oder aus einem ortsfesten Formteil (22) und einem bewegbaren Formteil (26) zusammengesetzt ist;
 - (b) Einführens einer vorbestimmten Menge eines Beschichtungsmaterials (80) hinein zwischen das Harz (40A) in dem Hohlraum (50) und der Hohlraumwand (54), nachdem das Einspritzen des geschmolzenen Harzes (40) vollendet ist, um es zu ermöglichen, daß das Harz (40A) in dem Hohlraum (50) mit dem eingeführten Beschichtungsmaterial (80) bzw. durch das eingeführte Beschichtungsmaterial (80) komprimiert wird und/oder um es zu ermöglichen, daß sich das bewegbare Formteil (26) in der Formöffnungsrichtung bewegt; und
 - (c) Aufrechterhalten des Formungsdrucks vor dem Entlasten bzw. Freigeben der Form auf einem Niveau, das höher als 0 bar ist.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Beschichtungsmaterial (80) in einem Zustand eingeführt wird, in welchem ein oder der Formungsdruck, der durch das in den Hohlraum eingespritzte Harz (40A) verursacht wird, 0 bar äquivalent ist.
3. Verfahren gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren weiter den Schritt eines Verweil- bzw. Druckhaltevorgangs zwischen den Schritten (a) und (b) umfaßt, und daß das Beschichtungsmaterial (80) zu einem Zeitpunkt eingeführt wird, zu dem oder nach dem eine oder die Verweil- bzw. Druckhalteperiode beendet ist.
4. Verfahren gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine oder die Schließkraft auf einem konstanten Niveau während einer Zeitspanne von dem Beginn des Einspritzens des geschmolzenen Harzes (40) bis zu dem Entlasten oder Freigeben der Form (22, 26) aufrechterhalten wird; und ein thermoplastisches Harz (40) verwendet wird, welches die Bedingung $V_{12} \leq V_{10}$ erfüllt, worin V_{12} ein spezifisches Volumen oder das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen des Drucks P_0 und der Temperatur T_{12} ist, V_{10} ein spezifisches Volumen oder das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen des Drucks P_{10} und der Temperatur T_{10} ist, P_{10} ein oder der Formungsdruck zu einem oder dem Zeitpunkt ist, in welchem die Zunahme des Gewichts des thermoplastischen Harzes (40A) in dem Hohlraum (50), die durch den Verweil- bzw. Druckhaltevorgang verursacht wird, endet, T_{10} eine oder die Temperatur des thermoplastischen Harzes in dem Hohlraum (50) zu dem vorgenannten Zeitpunkt ist, T_{12} eine oder die Temperatur des thermoplastischen Harzes (40A) in dem Hohlraum (50) unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials (80) ist, und P_0 atmosphärischer Druck ist.
5. Verfahren gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß, nachdem der Verweil- oder Druckhalteschritt beendet ist, eine oder die Schließkraft auf ein Niveau vermindert wird, das niedriger als eine oder die Schließkraft in dem Schritt (a) ist; und ein thermoplastisches Harz (40) verwendet wird, welches die Bedingung $V_{12} \leq V_{11}$ erfüllt, worin V_{12} ein oder das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen des Drucks P_0 und der Temperatur T_{12} ist, V_{11} ein oder das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen des Drucks P_{11} und der Temperatur T_{11} ist, P_{11} ein oder der Formungsdruck zu einem oder dem Zeitpunkt unmittelbar nachdem die Schließkraft der Form (22, 26) vermindert worden ist, ist, T_{11} eine oder die Temperatur des thermoplastischen Harzes in dem Hohlraum (50) zu dem vorgenannten Zeitpunkt ist, T_{12} eine oder die Temperatur des thermoplastischen Harzes (40A) im Hohlraum (50) unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials (80) ist, und P_0 atmosphärischer Druck ist.

DE 195 34 982 C 2

6. Verfahren gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Schritt (a) die Schließkraft F_{10} ist, daß die auf ein niedrigeres Niveau verminderte Schließkraft F_{11} ist, und daß F_{10} und F_{11} die Bedingung $0 \leq F_{11}/F_{10} \leq 0,3$ ist, erfüllen.
7. Verfahren gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schließkraft innerhalb von 10 Sekunden, bevor das Beschichtungsmaterial eingeführt wird, vermindert wird.
8. Verfahren gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren weiter den Schritt des Herabsetzens einer oder der Schließkraft auf Null, nachdem der Verweil- oder Druckhalteschritt vollendet ist, umfaßt, und dann das Anordnen oder Bringen des bewegbaren Formteils (26) in Abstand von dem ortsfesten Formteil (22) in einem bzw. einen Zustand, in dem der oder ein Hohlraum (50) zwischen dem ortsfesten Formteil (22) und dem bewegbaren Formteil (26) gebildet ist; und ein thermoplastisches Harz verwendet wird, das die Bedingung $V_{12} \leq V'_{11}$ erfüllt, worin V_{12} ein oder das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen des Drucks P_0 und der Temperatur T_{12} ist, V'_{11} ein oder das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen des Drucks P'_{11} und der Temperatur T'_{11} ist, P'_{11} ein oder der Formungsdruck zu einem oder dem Zeitpunkt unmittelbar nachdem das bewegbare Formteil (26) im bzw. in Abstand von dem ortsfesten Formteil (22) angeordnet bzw. gebracht ist, ist, T'_{11} eine oder die Temperatur des thermoplastischen Harzes in dem Hohlraum (50) zu dem vorgenannten Zeitpunkt ist, T_{12} eine oder die Temperatur des thermoplastischen Harzes (40A) in dem Hohlraum (50) unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials (80) ist, und P_0 atmosphärischer Druck ist.
9. Verfahren gemäß Anspruch 4, 5 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein oder der Formungsdruck, welcher durch das Einführen des Beschichtungsmaterials (80) verursacht wird, p_{Spitze} ist und daß p_{Spitze} die Bedingung $0 < p_{Spitze} \leq 490,5$ bar (500 kp/cm^2) erfüllt.
10. Verfahren gemäß Anspruch 4, 5 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das thermoplastische Harz (40) ein nicht-verstärktes amorphes Harz oder ein nichtverstärktes amorphes Harzlegierungsmaterial ist.
11. Verfahren gemäß Anspruch 4, 5 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Einführen des Beschichtungsmaterials (80) 10 bis 120 Sekunden, nachdem die Verweil- oder Druckhalteperiode beendet ist, eingeleitet wird.
12. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Beschichtungsmaterial (80) in einem Zustand eingeführt wird, in welchem ein oder der Formungsdruck, der durch das in den Hohlraum (50) eingespritzte Harz (40A) verursacht wird, höher als 0 bar ist.
13. Verfahren gemäß Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren weiter den Schritt eines Verweil- oder Druckhaltevorgangs zwischen den Schritten (a) und (b) umfaßt, und daß das Beschichtungsmaterial (80) zu einem oder dem Zeitpunkt eingeführt wird, zu dem oder nach dem eine oder die Verweil- oder Druckhalteperiode beendet wird bzw. ist.
14. Verfahren gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine oder die Schließkraft während einer Zeitdauer von dem Beginn des Einspritzens des geschmolzenen Harzes (40) bis zu dem Entlasten oder Freigeben der Form (22, 26) auf einem konstanten Niveau gehalten wird; und ein thermoplastisches Harz (40) verwendet wird, welches die Bedingung $V_2 > V_{22}$ erfüllt, worin V_2 ein oder das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen des Drucks P_0 und der Temperatur T_{22} ist, V_{22} ein oder das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen des Drucks P_{22} und der Temperatur T_{22} ist, P_{22} ein oder der Formungsdruck ist, welcher durch das Harz (40A) zu einem Zeitpunkt unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials (80) verursacht wird, T_{22} eine oder die Temperatur des Harzes (40A) in dem Hohlraum (50) zu dem vorgenannten Zeitpunkt ist, und P_0 atmosphärischer Druck ist.
15. Verfahren gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß, nachdem der Verweil- oder Druckhalteschritt vollendet ist, eine oder die Schließkraft auf ein Niveau vermindert wird, das niedriger ist als jenes der Schließkraft in dem Schritt (a); und ein thermoplastisches Harz verwendet wird, das die Bedingung $V_2 > V_{22}$ erfüllt, worin V_2 ein oder das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen des Drucks P_0 und der Temperatur T_{22} ist, V_{22} ein oder das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen des Drucks P_{22} und der Temperatur T_{22} ist, P_{22} ein oder der Formungsdruck ist, der durch das Harz (40A) zu einem oder dem Zeitpunkt unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials (80) verursacht wird, T_{22} eine oder die Temperatur des Harzes (40A) in dem Hohlraum (50) zu dem vorgenannten Zeitpunkt ist, und P_0 atmosphärischer Druck ist.
16. Verfahren gemäß Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Schritt (a) die Schließkraft F_{20} ist, daß die auf ein niedrigeres Niveau verminderte Schließkraft F_{21} ist, und daß F_{20} und F_{21} die Bedingung $0 \leq F_{21}/F_{20} \leq 0,3$ erfüllen.
17. Verfahren gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren weiter den Schritt des Herabsetzens einer oder der Schließkraft auf Null, nachdem der Verweil- oder Druckhalteschritt vollendet ist, umfaßt, und dann das Anordnen oder Bringen des bewegbaren Formteils (26) im bzw. in Abstand von dem ortsfesten Formteil (22) in einem bzw. einen Zustand, in welchem der oder ein Hohlraum (50) durch das ortsfeste Formteil (22) und das bewegbare Formteil (26) gebildet wird; und ein thermoplastisches Harz verwendet wird, das die Bedingung $V_2 > V_{22}$ erfüllt, worin V_2 ein oder das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen des Drucks P_0 und der Temperatur T_{22} ist, V_{22} ein oder das spezifische Volumen des thermoplastischen Harzes unter den Bedingungen des Drucks P_{22} und der Temperatur T_{22} ist, P_{22} ein oder der Formungsdruck ist, welcher durch das Harz (40A) zu einem oder dem Zeitpunkt unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials (80) verursacht wird, T_{22} eine oder die Temperatur des Harzes (40A) in dem Hohlraum (50) zu dem obengenannten Zeitpunkt ist, und P_0 atmosphärischer Druck ist.
18. Verfahren gemäß Anspruch 14, 15 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Formungsdruck (P) unmittelbar vor dem Einführen des Beschichtungsmaterials (80) die Bedingung $0 < P \leq 490,5$ bar (500 kp/cm^2) erfüllt.
19. Verfahren gemäß Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Formungsdruck p_{Spitze} unmittelbar nach dem Einführen des Beschichtungsmaterials (80) die Bedingung $0 < p_{Spitze} \leq 490,5$ bar (500 kp/cm^2) erfüllt.
20. Verfahren gemäß Anspruch 14, 15 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß das thermoplastische Harz (40) ein

DE 195 34 982 C 2

kristallines Harz oder ein kristallines Harzlegierungsmaterial ist, und daß ein oder der spritzgegossene Gegenstand eine Dicke von wenigstens 3 mm hat.

21. Verfahren gemäß Anspruch 14, 15 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Verweil- oder Druckhalteperiode nach dem Einspritzen des geschmolzenen Harzes (40) in den Hohlraum (50) der Form (22, 26) wenigstens 3 Sekunden ist, und daß der Verweil- oder Haltdruck wenigstens 294,3 bar (300 kp/cm²) ist.

5 22. Verfahren gemäß Anspruch 14, 15 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Beschichtungsmaterial (80) innerhalb von 5 Sekunden, nachdem die Verweil- oder Druckhalteperiode beendet ist, eingeführt wird.

Hierzu 33 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

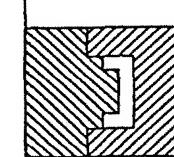
65

- Leerseite -

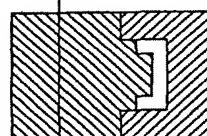
Fig. 1

[VOLUMENÄNDERUNG IM HOHLRAUM, HARZ UND
BESCHICHTUNGSMATERIAL]

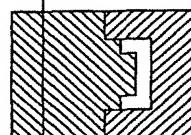
- (1) UNMITTELBAR VOR DEM EINSPRITZEN
DES GESCHMOLZENEN HARZES


 ∇C_0

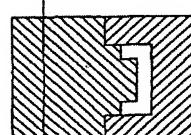
- (2) VOLLENDUNG DES EINSPRITZENS
DES GESCHMOLZENEN HARZES


 $\nabla C_0 + \Delta \nabla C_0$

- (3) VOLLENDUNG DES NIEDRIGDRUCK-
SCHLIESSBETRIEBS ODER VOLL-
ENDUNG DES BETRIEBS DES AN-
ORDNENS BZW. BRINGENS DES
BEWEGBAREN FORMTEILS MIT
BZW. IN ABSTAND

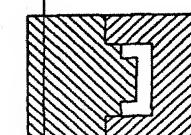

 $\nabla C_0 + \Delta \nabla C_1$

- (4) UNMITTELBAR NACH DEM EIN-
FÜHREN DES BESCHICHTUNGSMATERIALS

 ∇R_3
 ∇F_0

 $\nabla C_0 + \Delta \nabla C_3$

BEWEGBARES
FORMTEIL

- (5) UNMITTELBAR VOR DEM ENT-
LASTEN BZW. FREIGEBEN
DER FORM

 ∇R_4
 ∇F_4

 $\nabla C_0 + \Delta \nabla C_4$

ORTSFESTES
FORMTEIL

STANDARDLINIE

Fig. 2A

[ERSTE AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG]
HOCHDRUCKSCHLIESSBETRIEB

ÄNDERUNG DES FORMUNGSDRUCKS MIT DER ZEIT

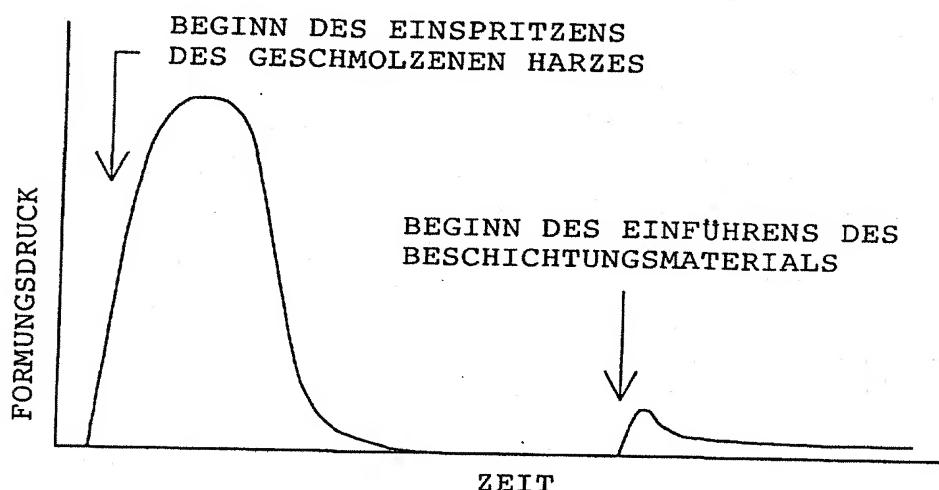
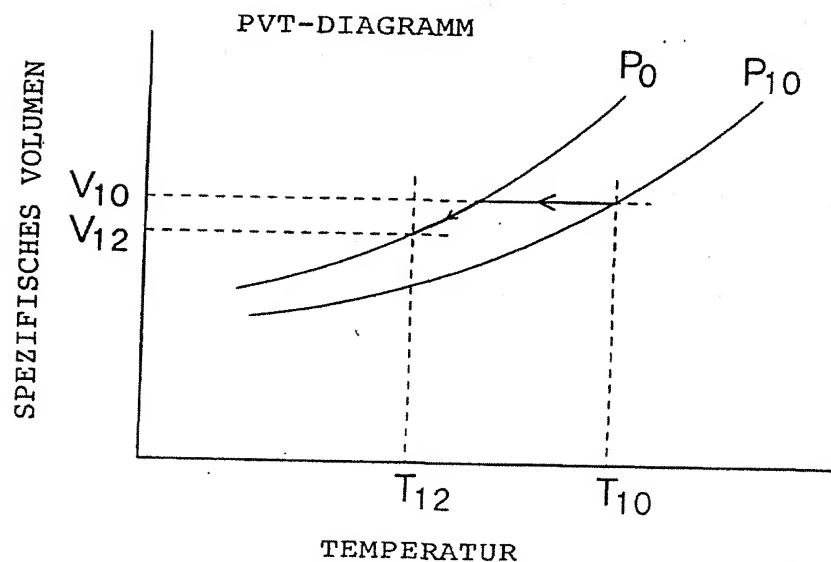
*Fig. 2B*

Fig. 3

[ERSTE AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG]

HOCHDRUCKSCHLIESSBETRIEB

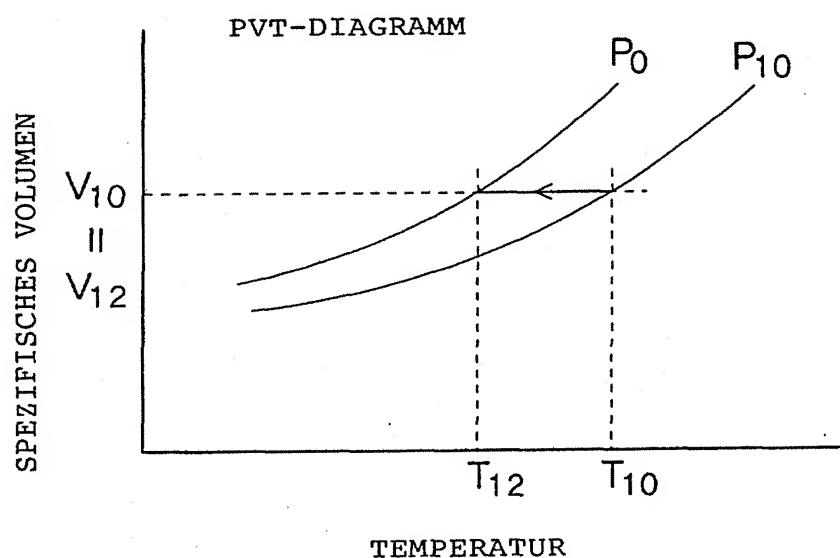


Fig. 4 A

[ERSTE AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG]
NIEDRIGDRUCKSCHLIESSBETRIEB

ÄNDERUNG DES FORMUNGSDRUCKS MIT DER ZEIT

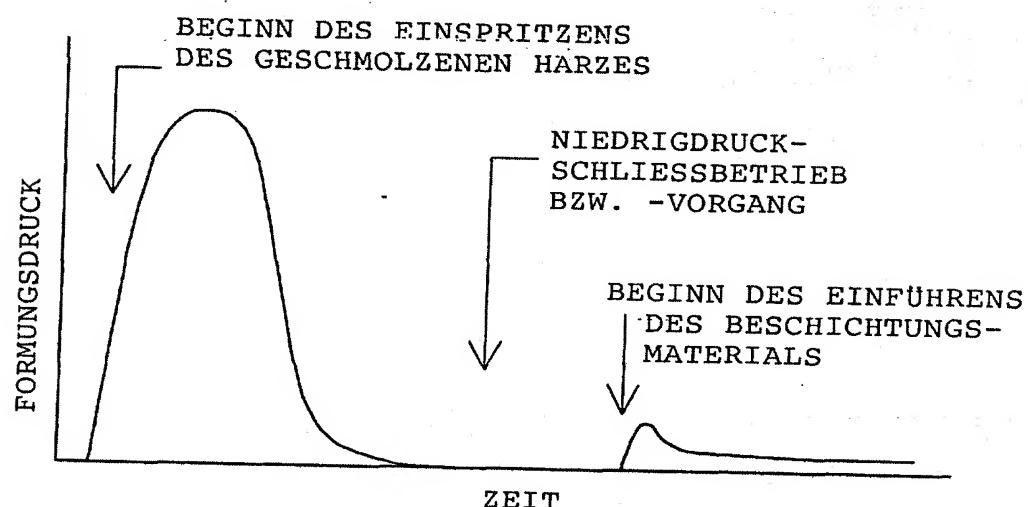


Fig. 4 B

PVT-DIAGRAMM

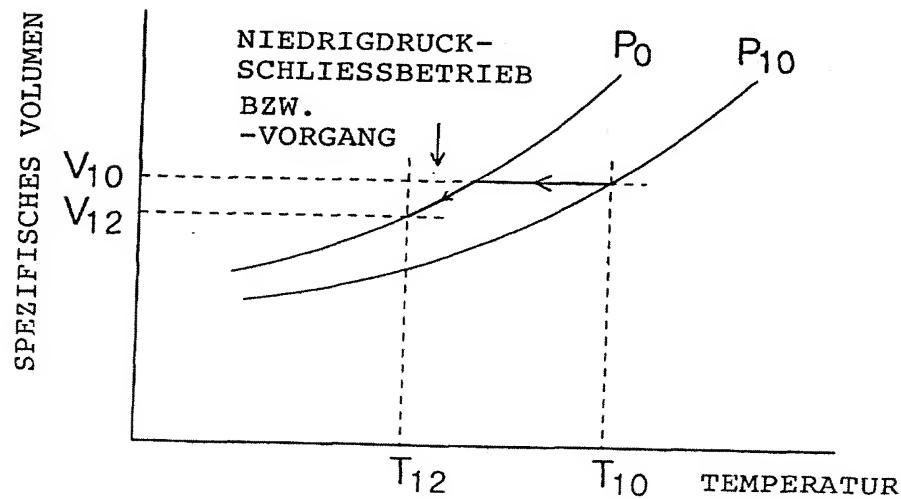
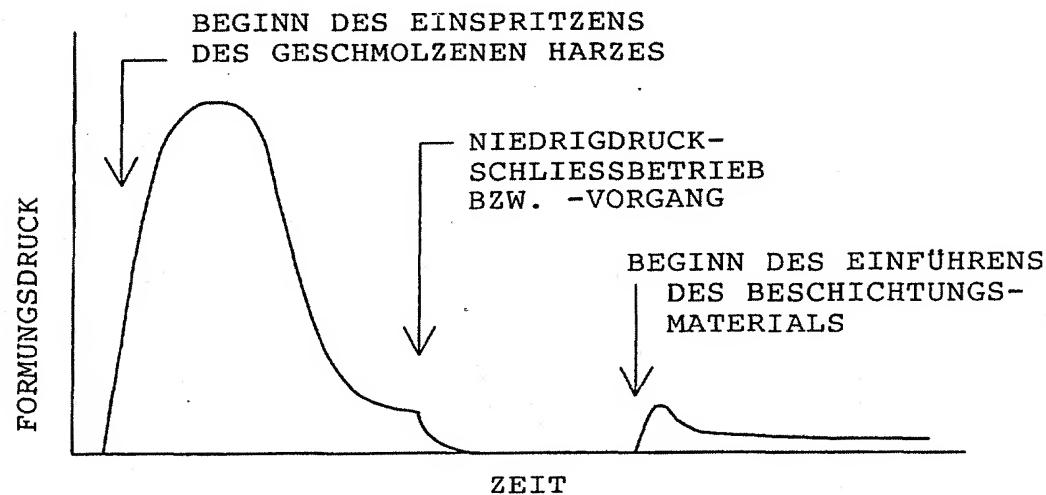


Fig. 5 A

[ERSTE AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG]

NIEDRIGDRUCKSCHLIESSBETRIEB

ÄNDERUNG DES FORMUNGSDRUCKS MIT DER ZEIT

*Fig. 5 B*

PVT-DIAGRAMM

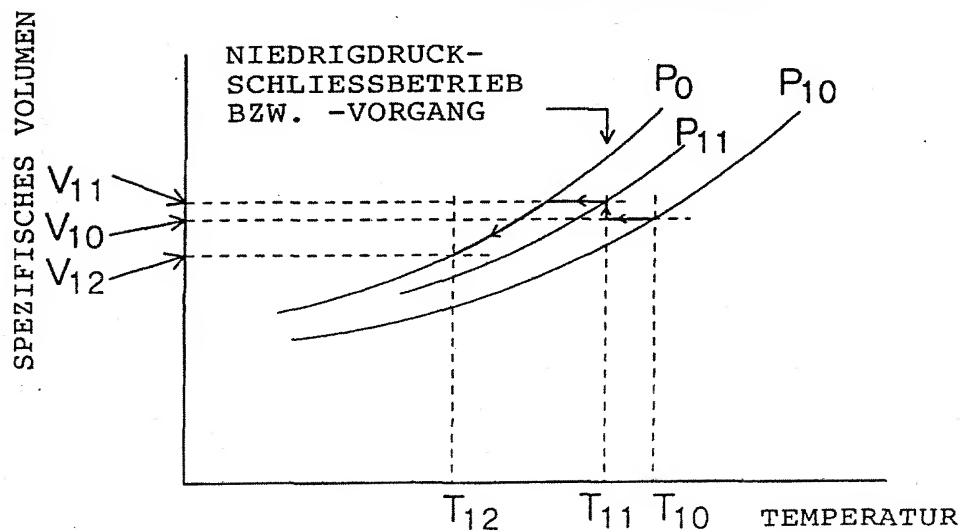
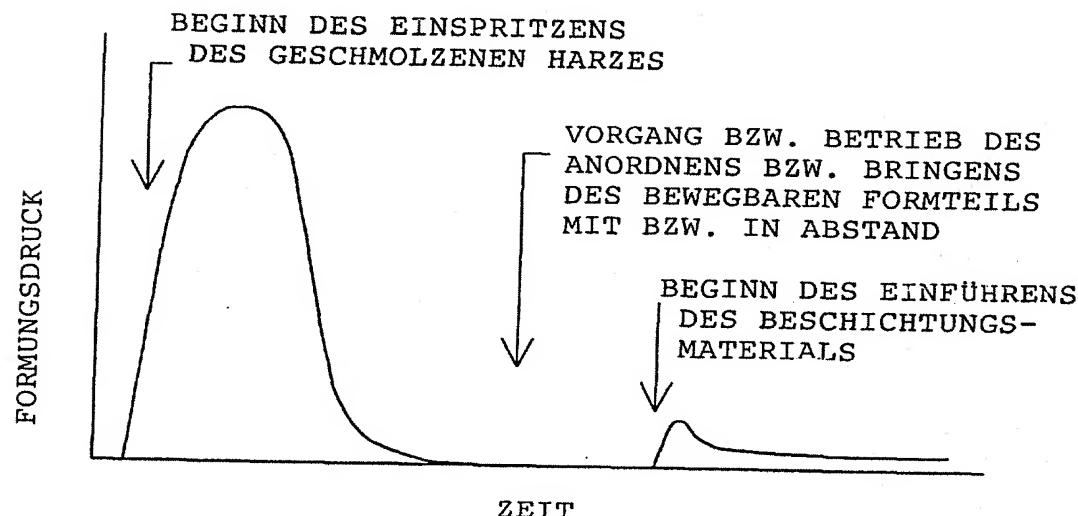


Fig. 6A

[ERSTE AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG]

BETRIEB DES ANORDNENS BZW. BRINGENS
DES BEWEGBAREN FORMTEILS MIT BZW.
IN ABSTAND

ÄNDERUNG DES FORMUNGSDRUCKS MIT DER ZEIT

*Fig. 6B*

PVT-DIAGRAMM

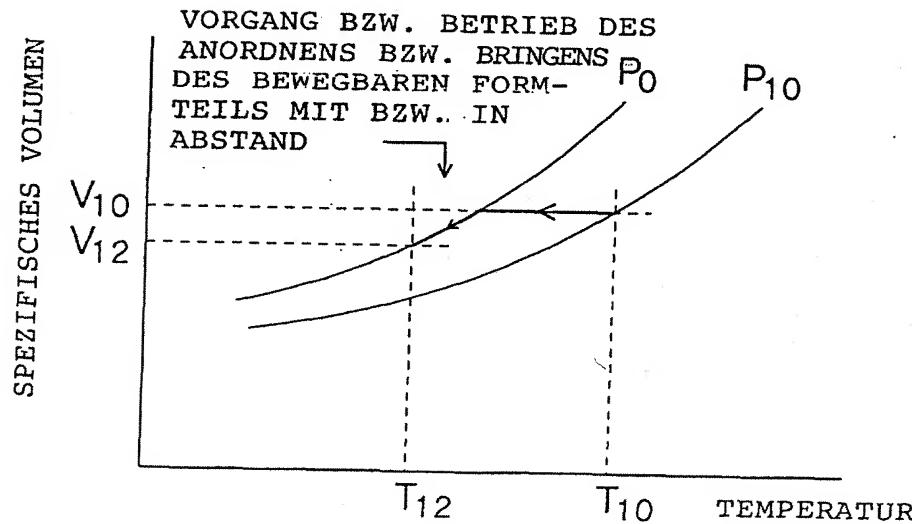
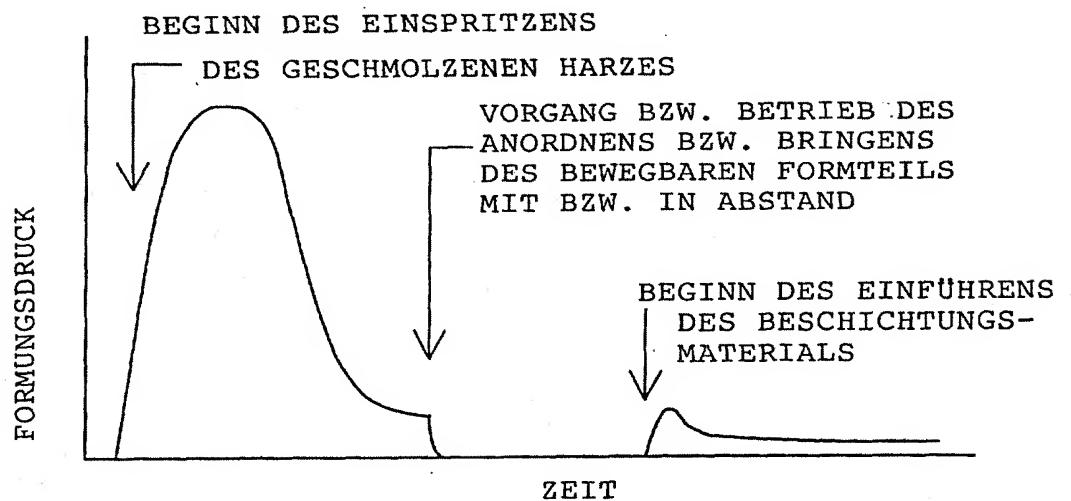


Fig. 7A

[ERSTE AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG]

BETRIEB DES ANORDNENS BZW. BRINGENS DES BEWEGBAREN FORMTEILS MIT BZW. IN ABSTAND

ÄNDERUNG DES FORMUNGSDRUCKS MIT DER ZEIT

*Fig. 7B*

PVT-DIAGRAMM

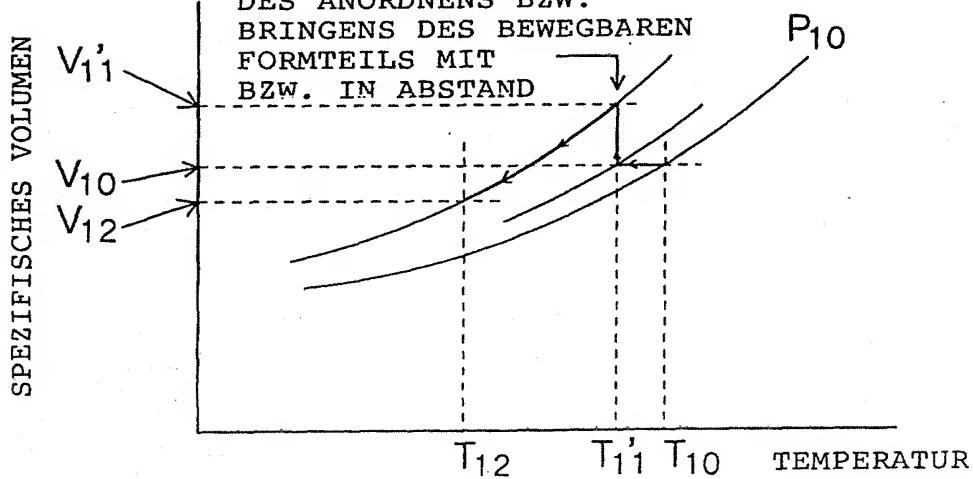
VORGANG BZW. BETRIEB $P_{11}' = P_0$
DES ANORDNENS BZW.
BRINGENS DES BEWEGBAREN
FORMTEILS MIT
BZW. IN ABSTAND

Fig. 8A

[ERSTE AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG]

BETRIEB DES ANORDNENS BZW. BRINGENS DES BEWEGBAREN FORMTEILS MIT BZW. IN ABSTAND
ÄNDERUNG DES FORMUNGSDRUCKS MIT DER ZEIT

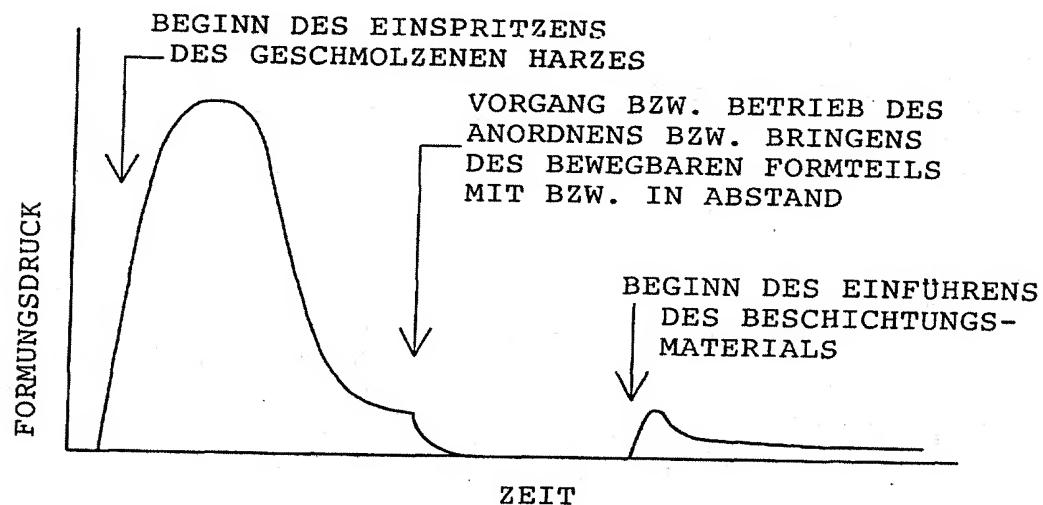


Fig. 8B

PVT-DIAGRAMM

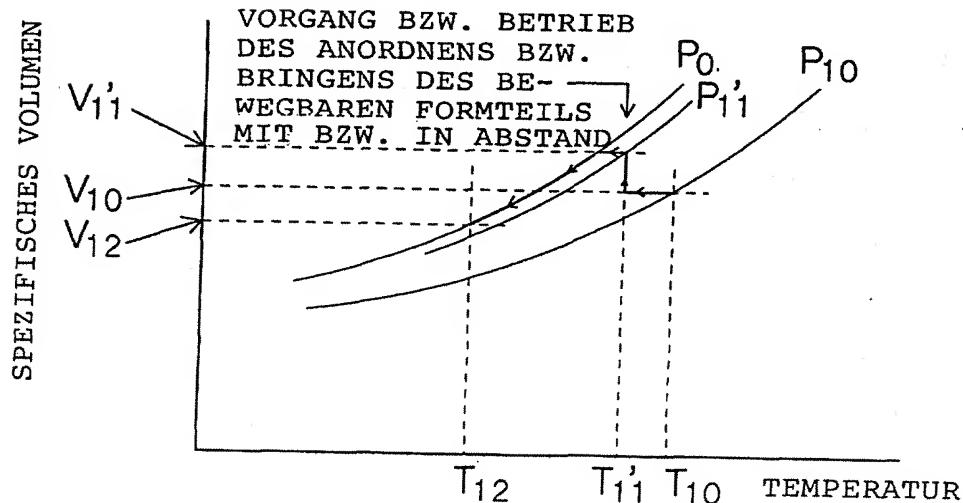
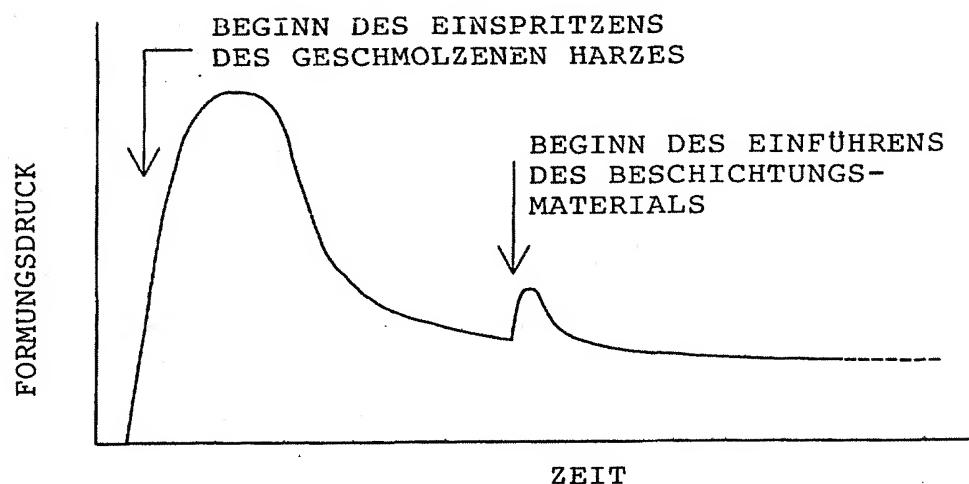


Fig. 9 A

[ZWEITE AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG]

HOCHDRUCKSCHLIESSBETRIEB

ÄNDERUNG DES FORMUNGSDRUCKS MIT DER ZEIT

*Fig. 9 B*

PVT-DIAGRAMM

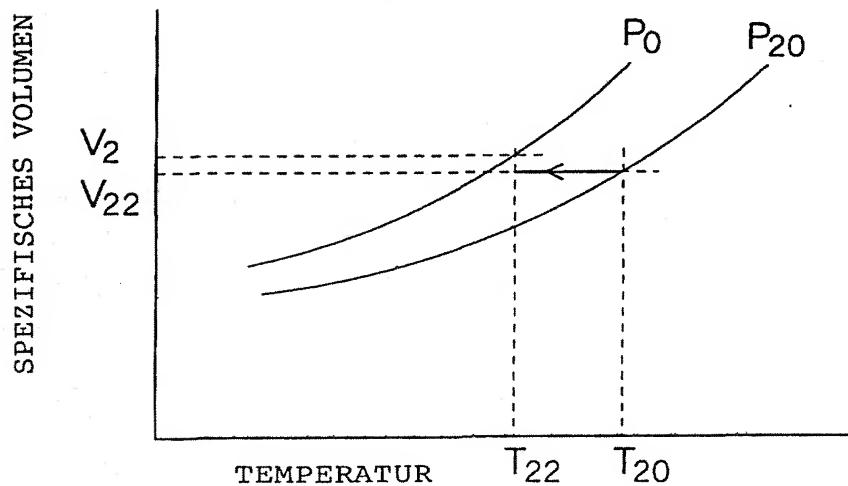
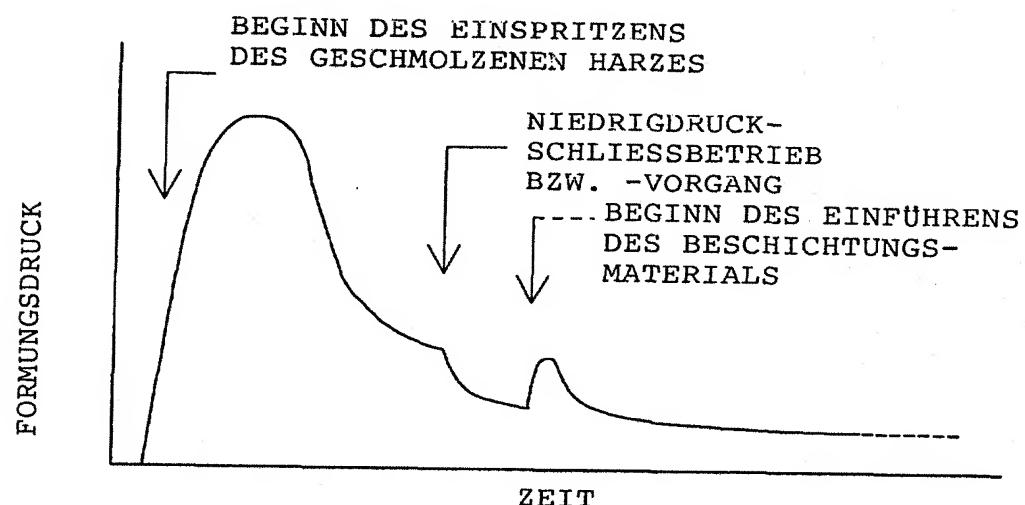


Fig. 10 A

[ZWEITE AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG]
NIEDRIGDRUCKSCHLIESSBETRIEB

ÄNDERUNG DES FORMUNGSDRUCKS MIT DER ZEIT

*Fig. 10 B*

PVT-DIAGRAMM

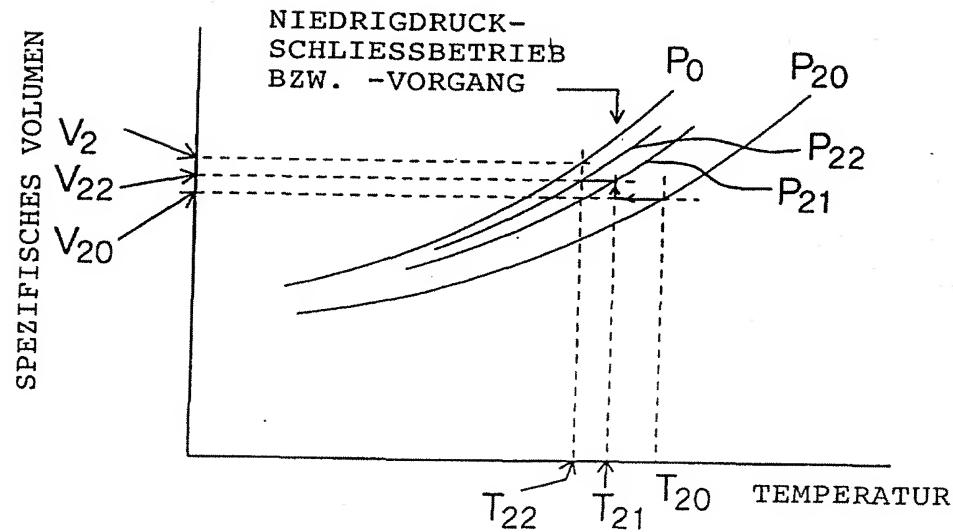
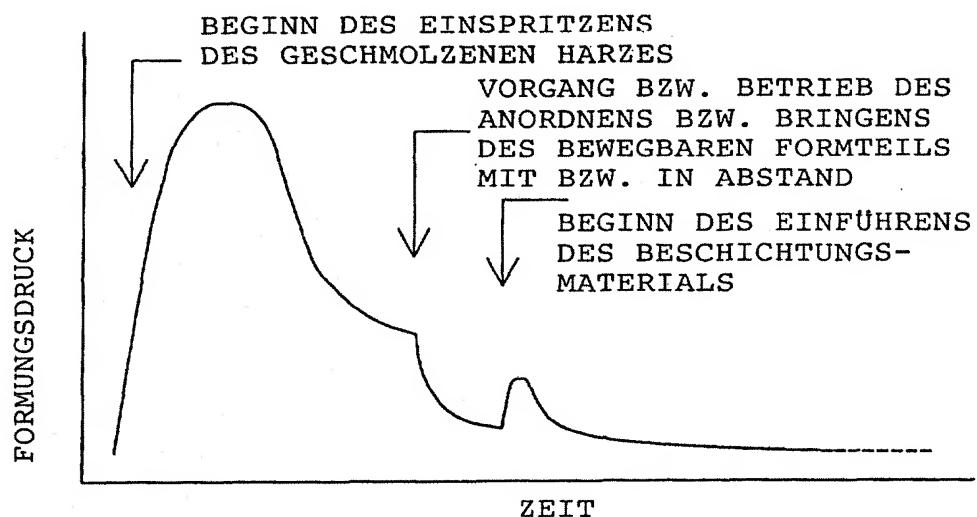


Fig. 11 A

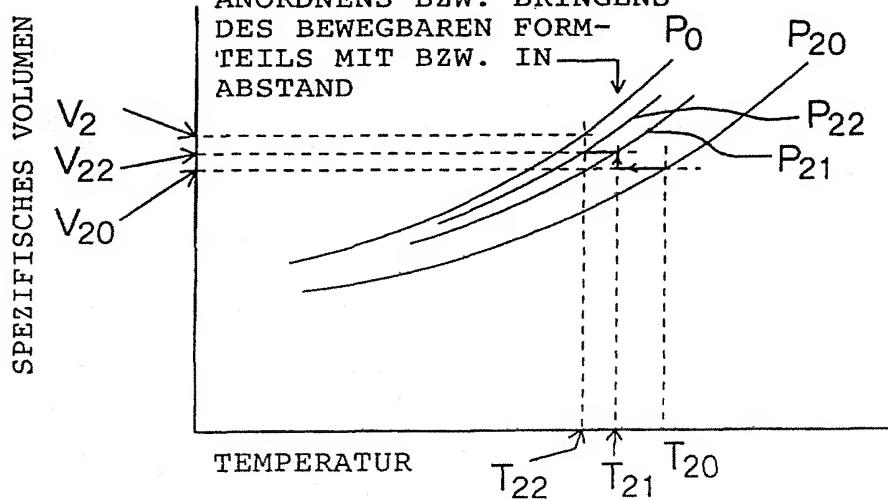
[ZWEITE AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG]

BETRIEB DES ANORDNENS BZW. BRINGENS DES BEWEGBAREN FORMTEILS MIT BZW. IN ABSTAND
ÄNDERUNG DES FORMUNGSDRUCKS MIT DER ZEIT

*Fig. 11 B*

PVT-DIAGRAMM

VORGANG BZW. BETRIEB DES ANORDNENS BZW. BRINGENS DES BEWEGBAREN FORMTEILS MIT BZW. IN ABSTAND



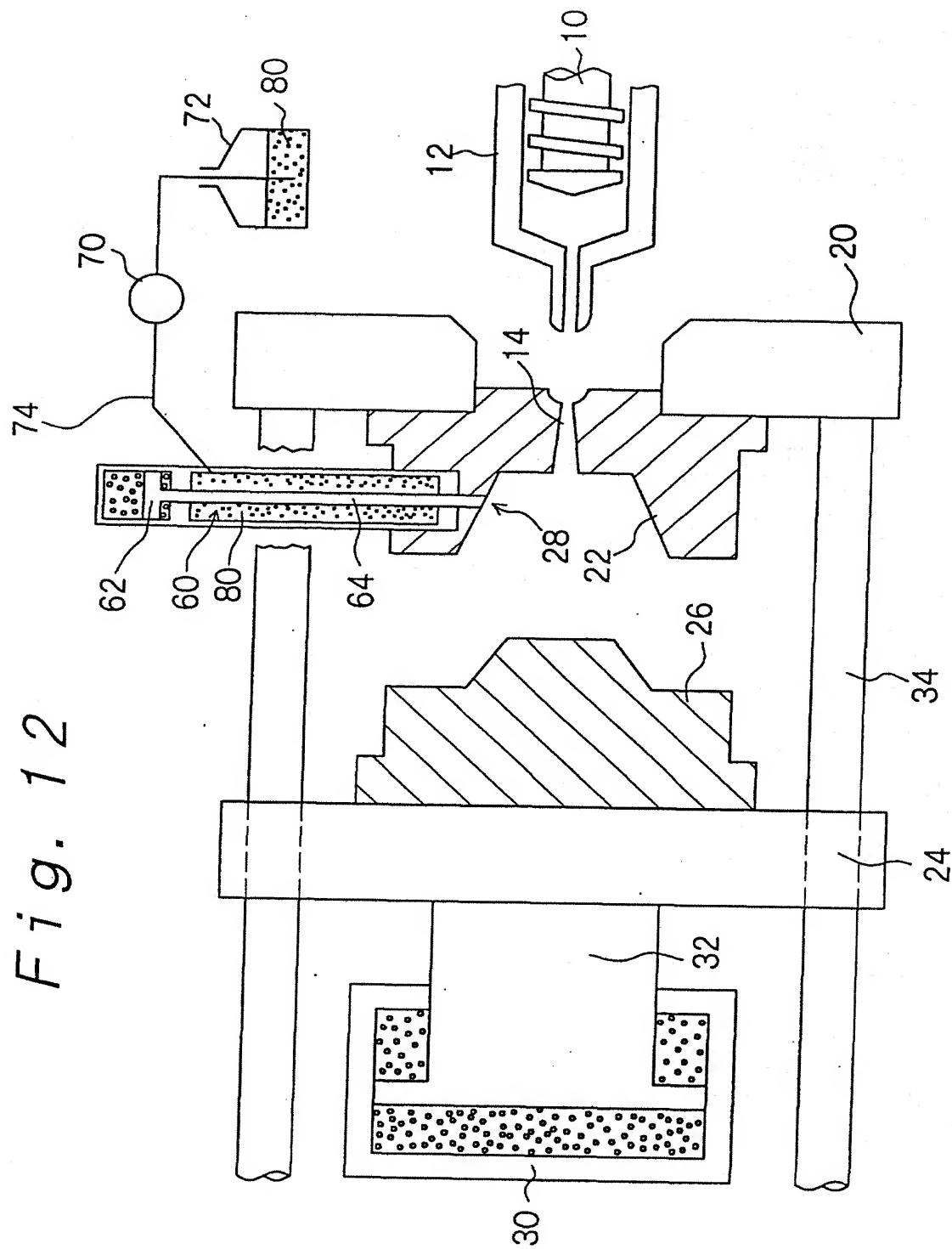


Fig. 13A

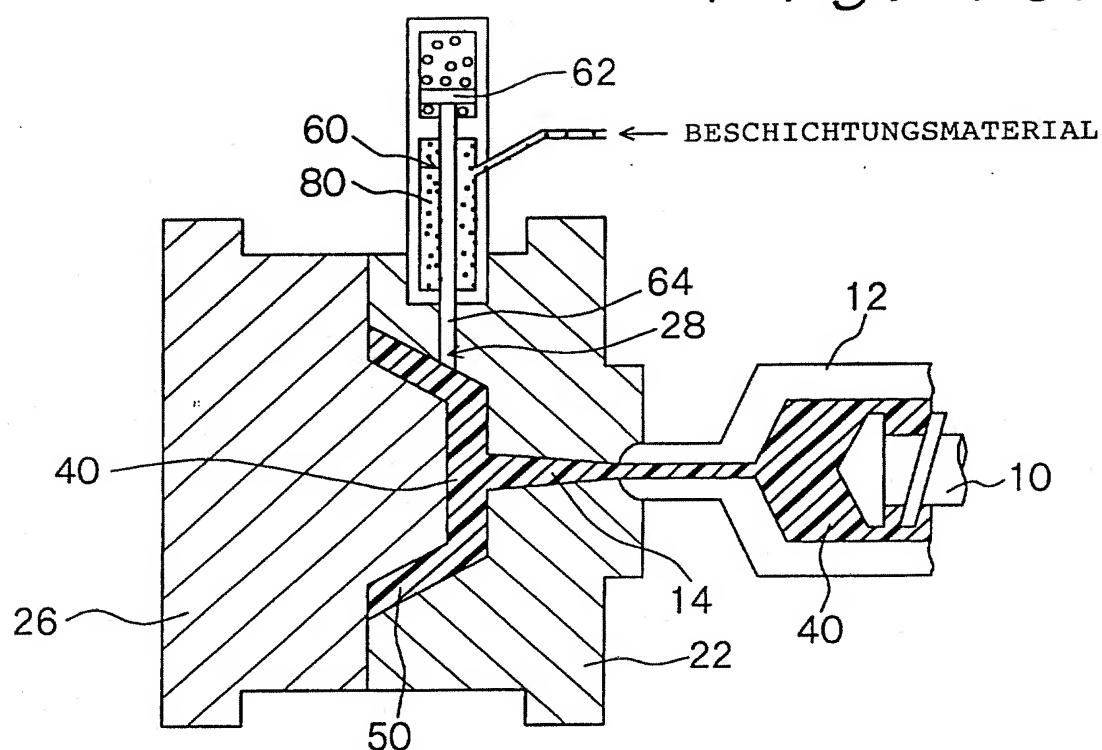


Fig. 13B

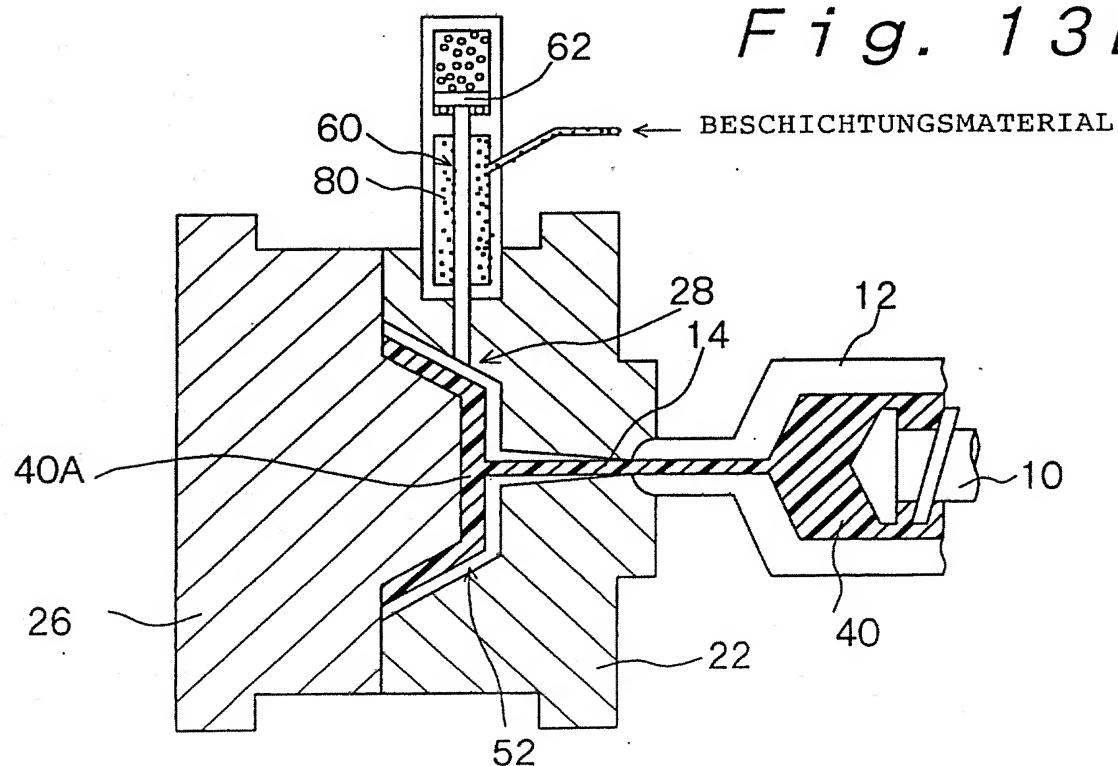


Fig. 14 A

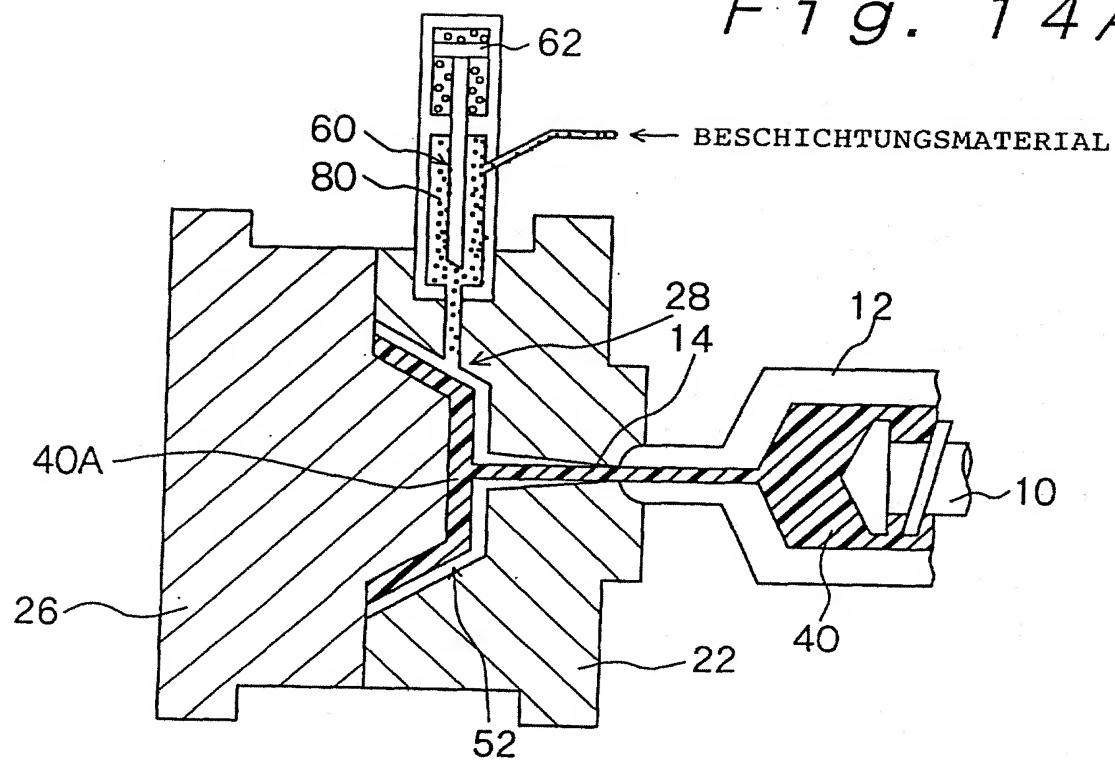


Fig. 14 B

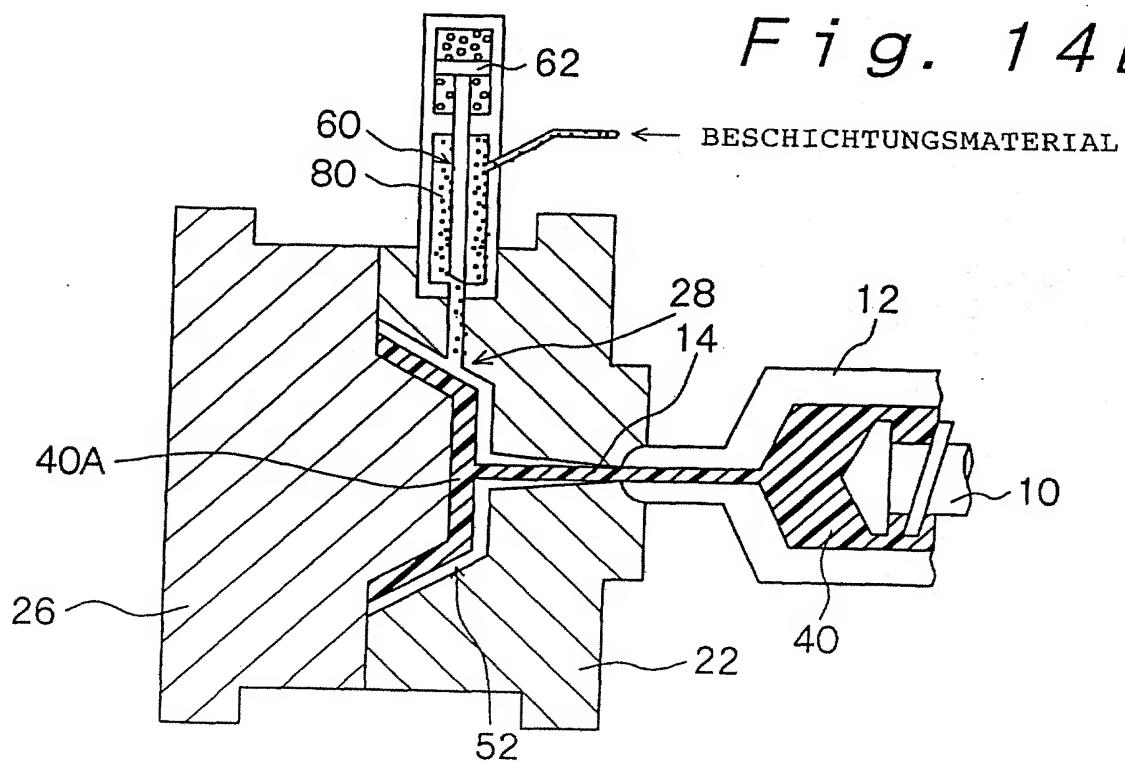


Fig. 15 A

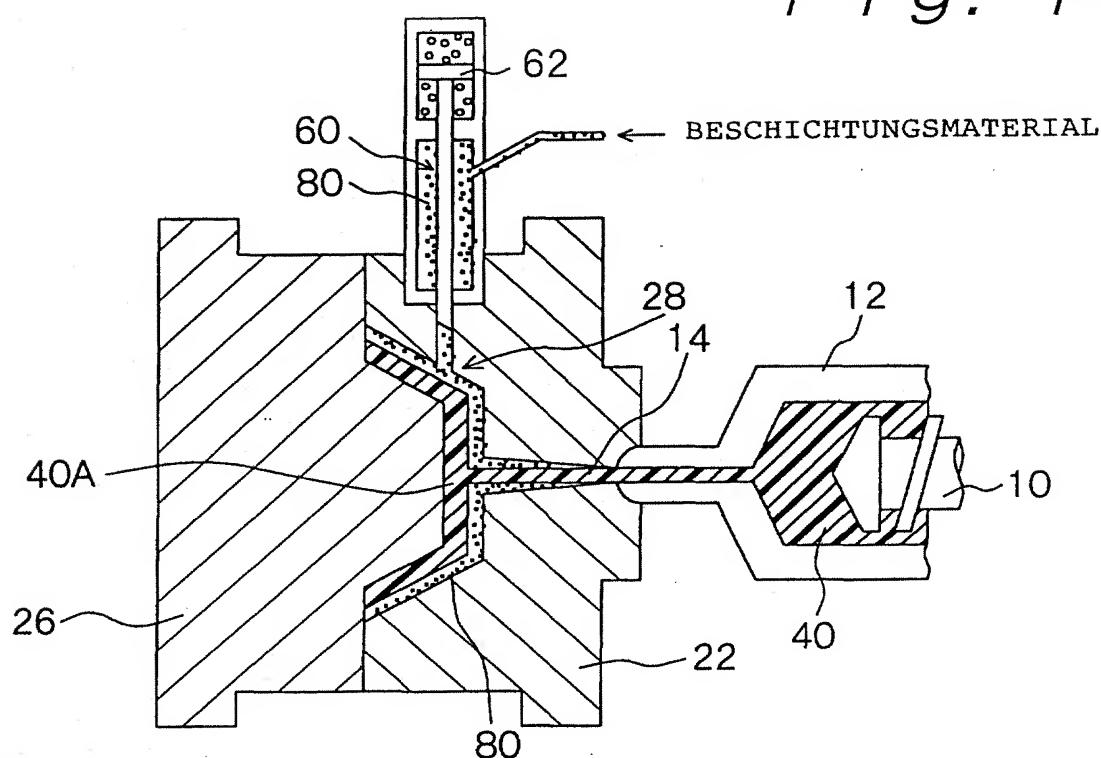


Fig. 15 B

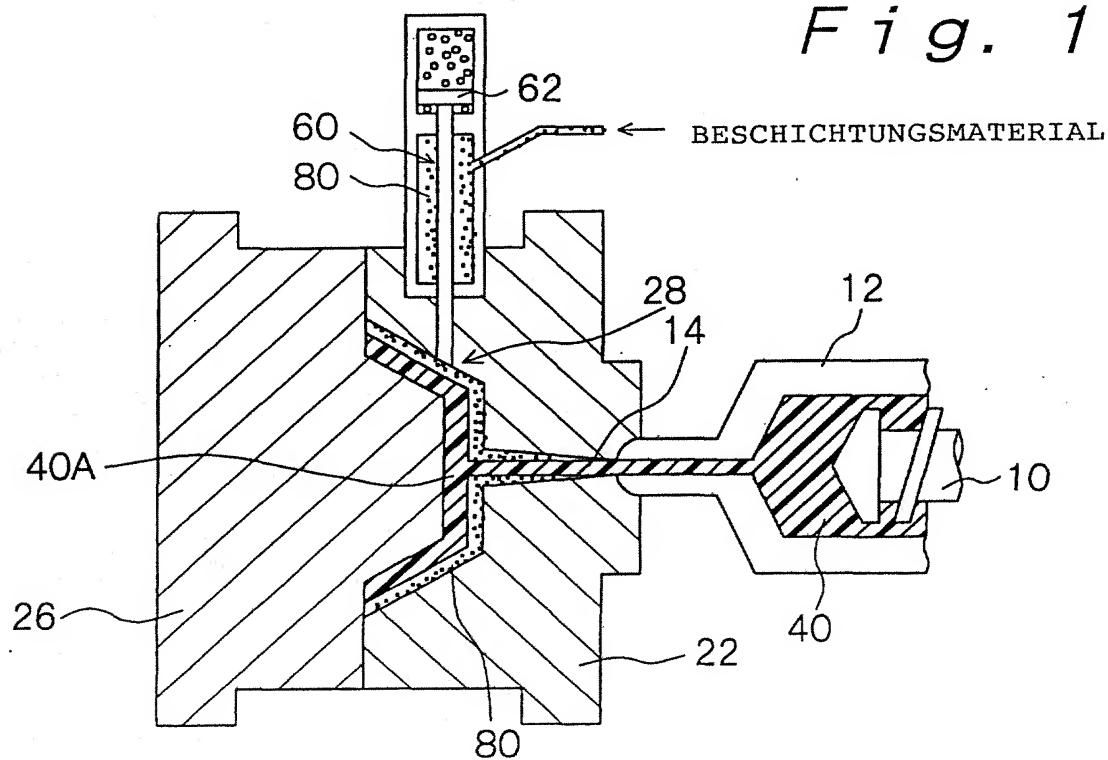


Fig. 16

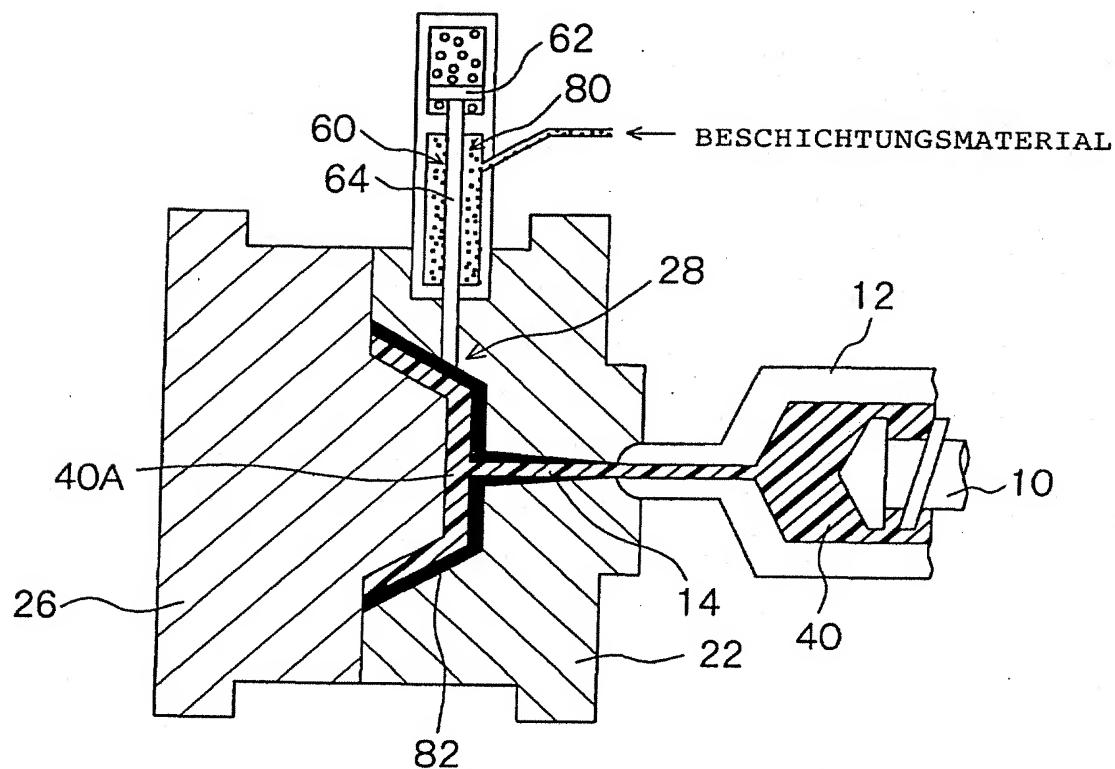
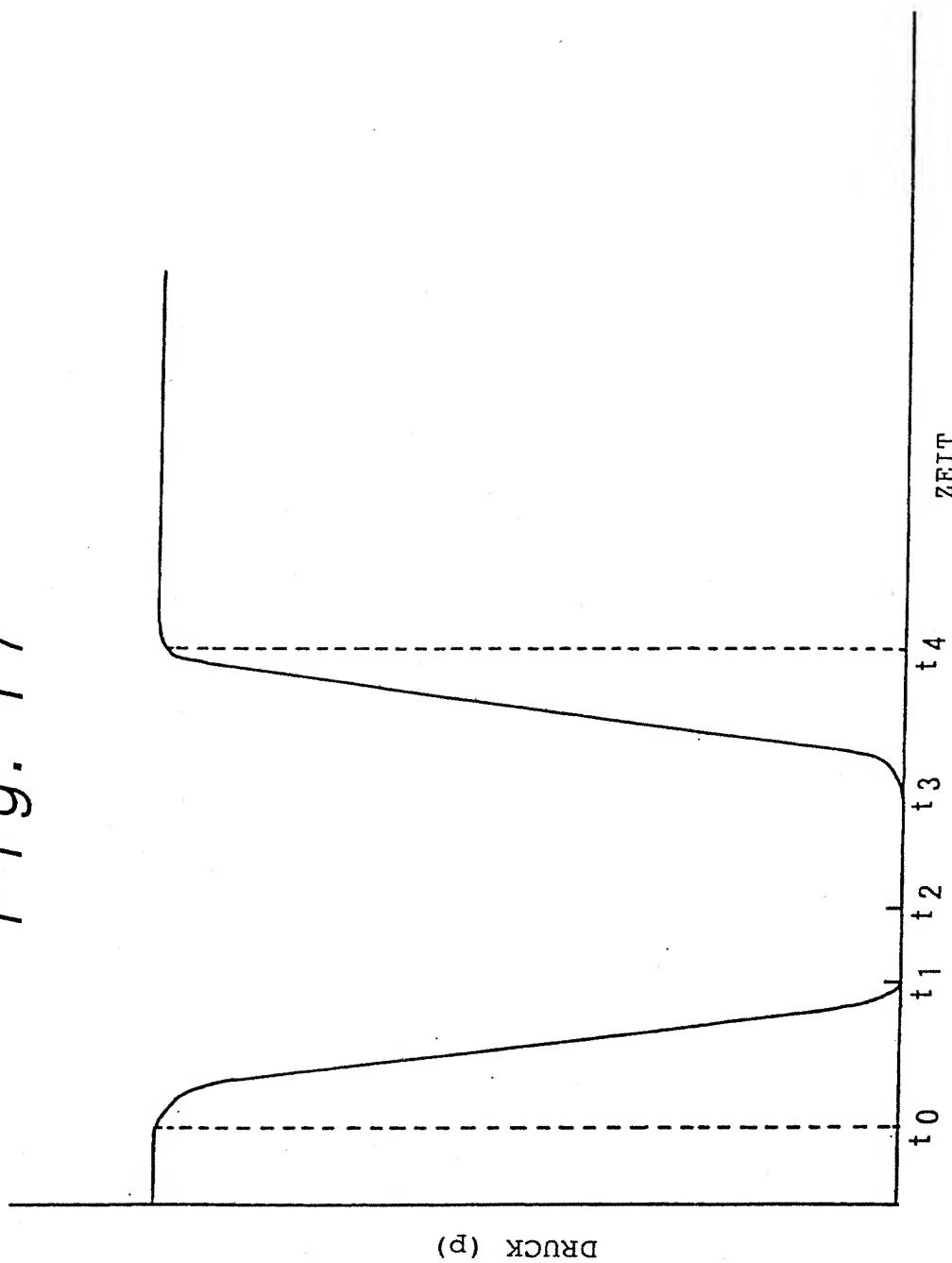


Fig. 17



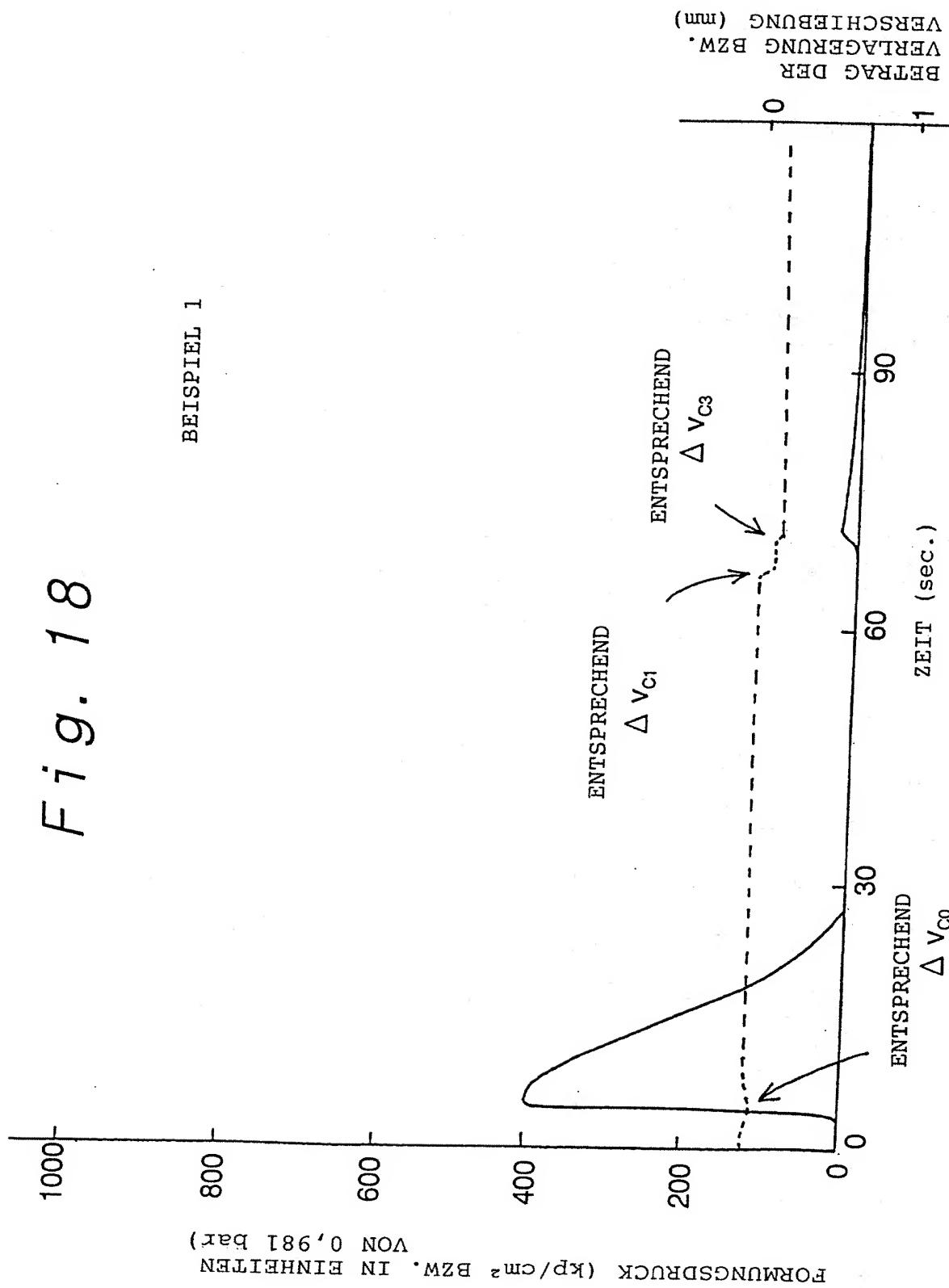
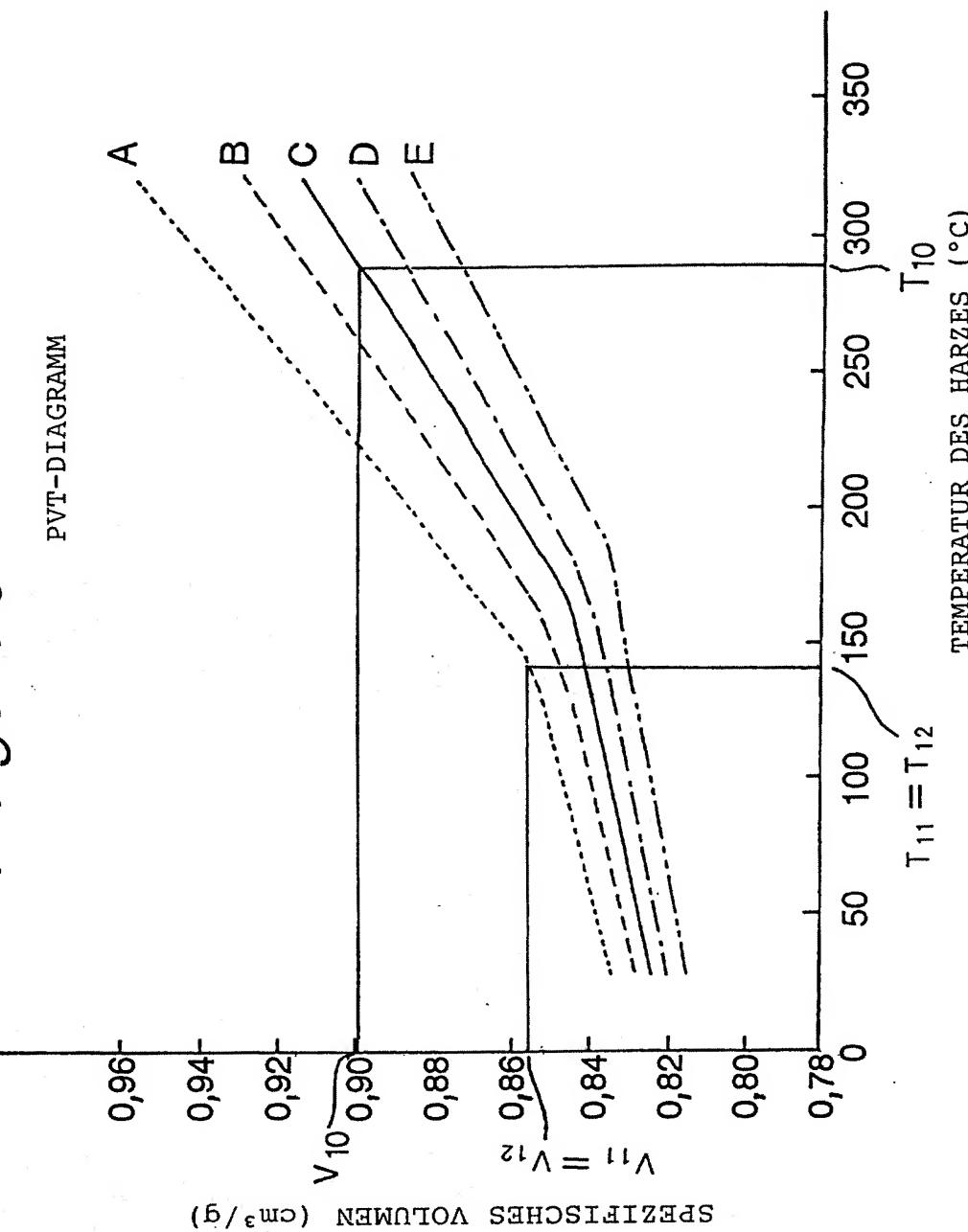


Fig. 18

Fig. 1.9



BEISPIEL 2

Fig. 20

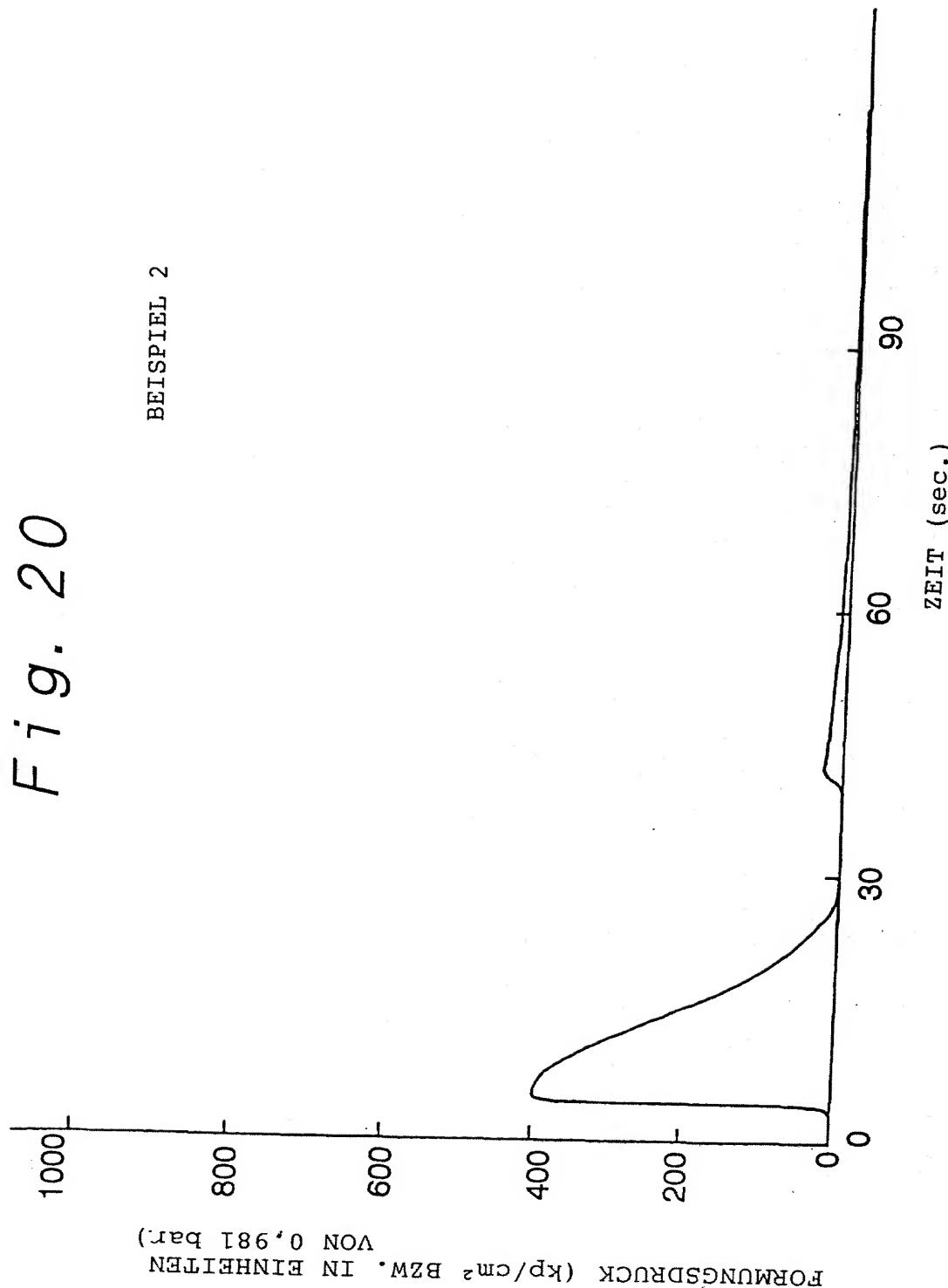
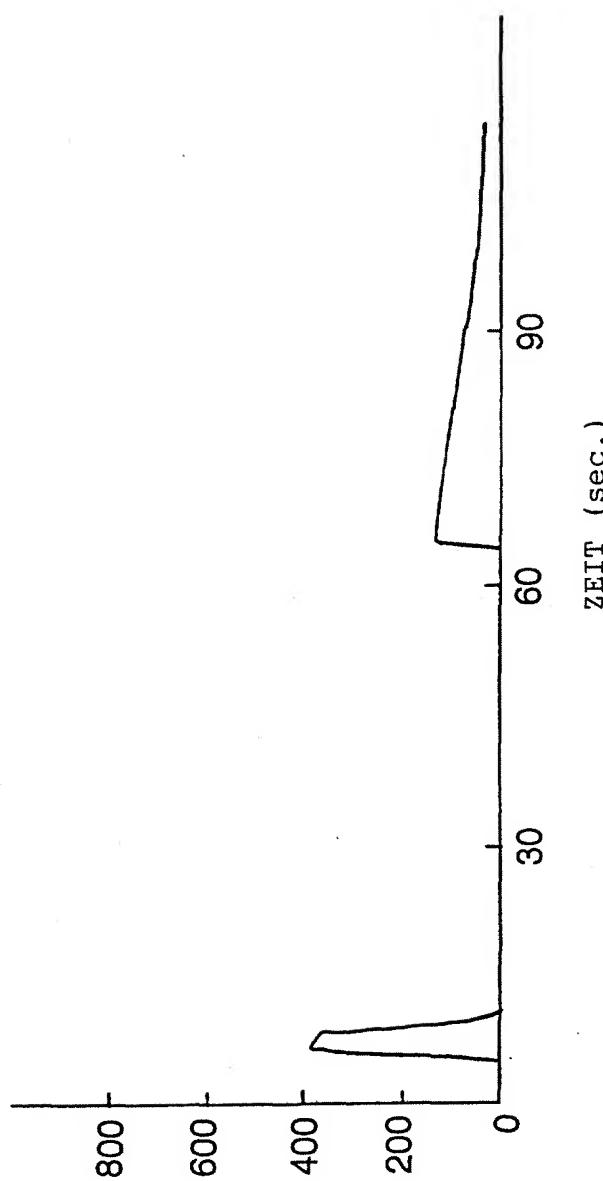


Fig. 21

BEISPIEL 3

FORMUNGSDRUCK (kp/cm^2 BZW. IN EINHEITEN
VON 0,981 Bar)



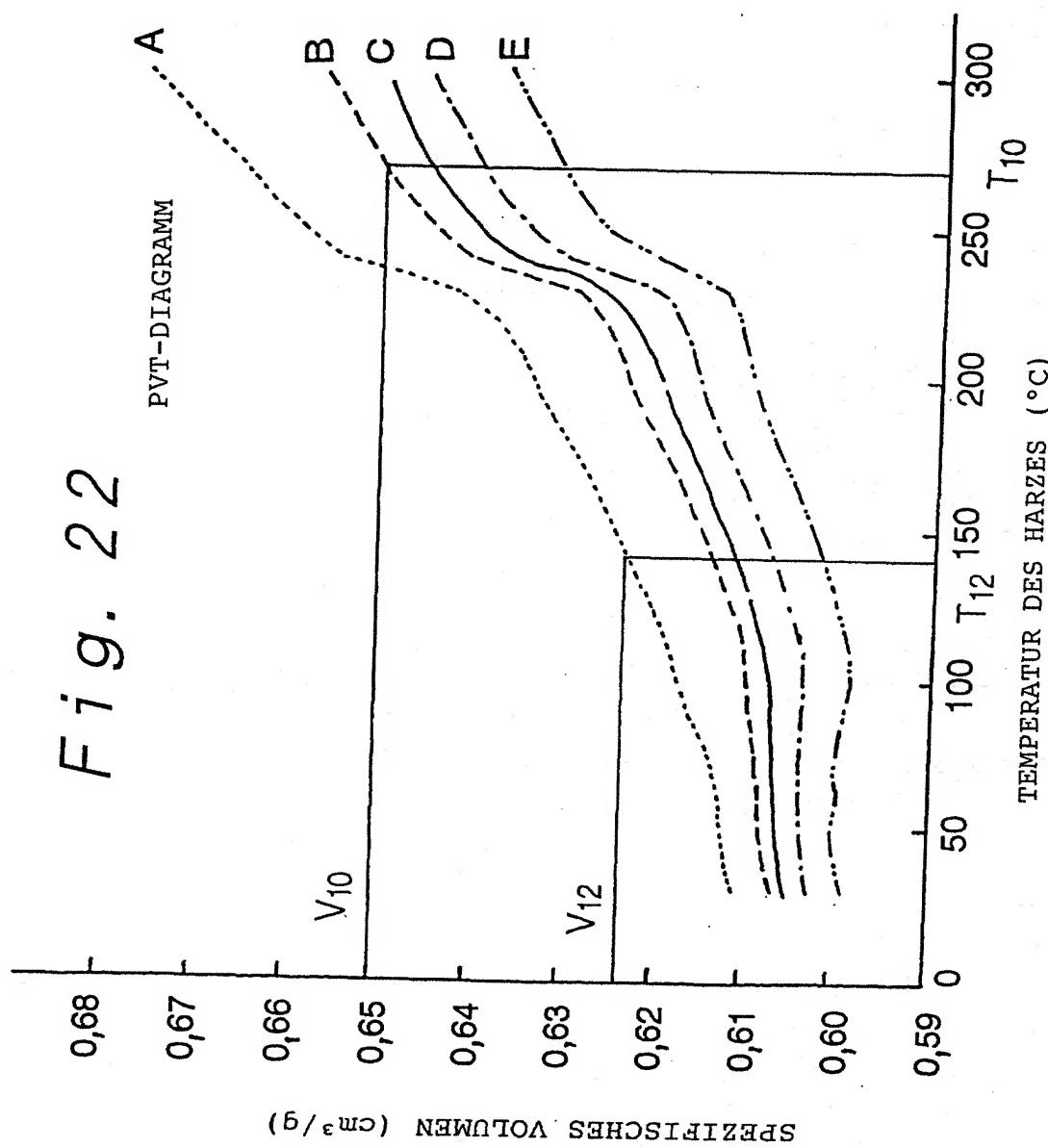


Fig. 22

Fig. 23

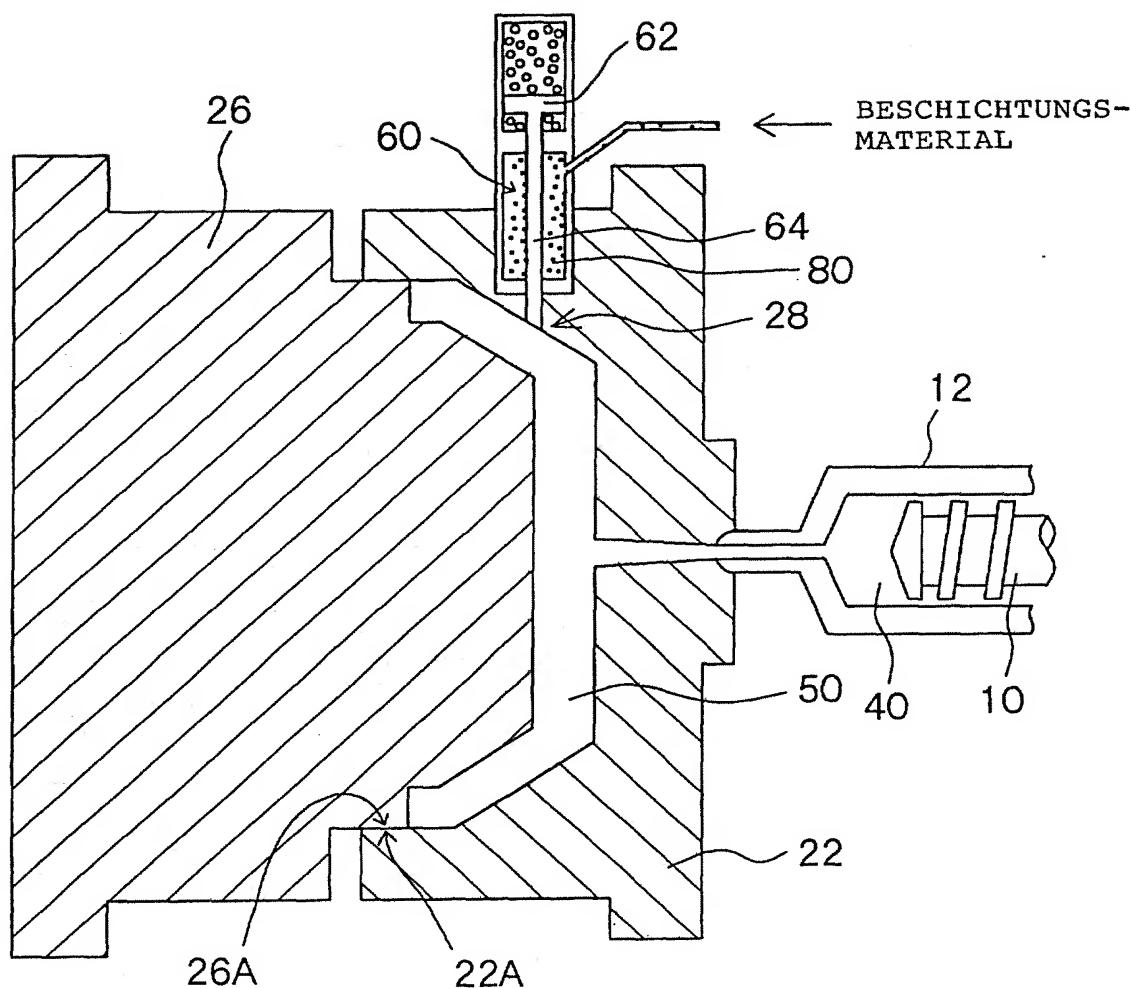


Fig. 24 A

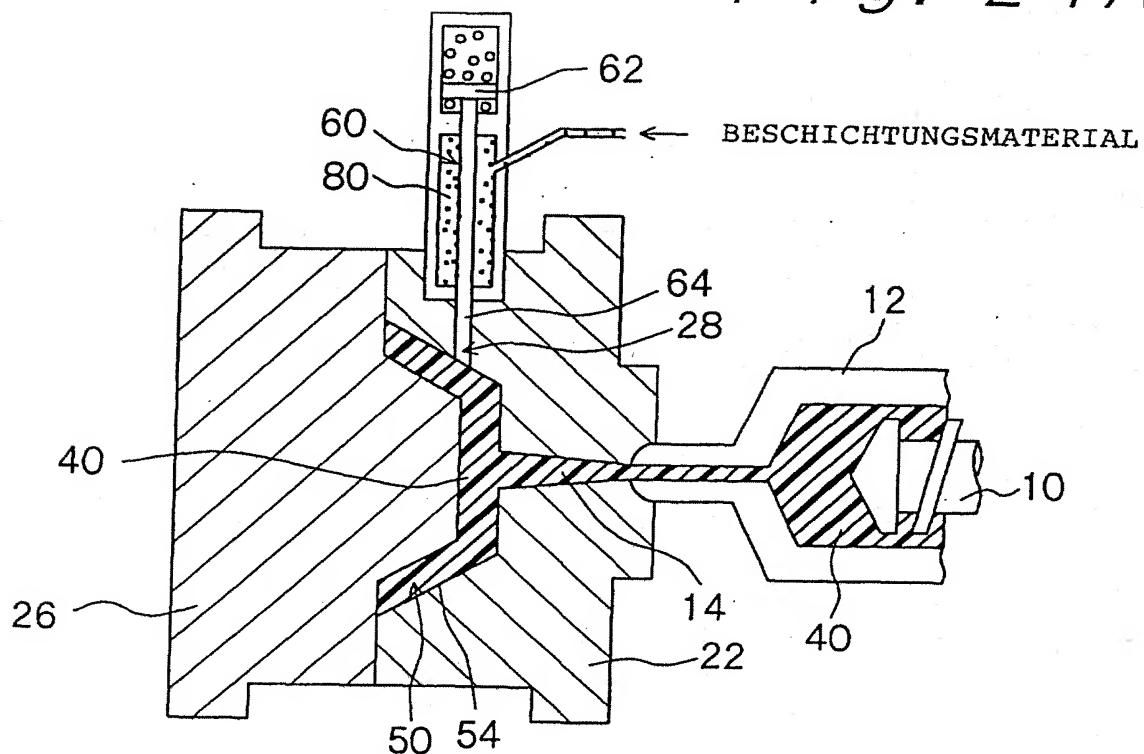


Fig. 24 B

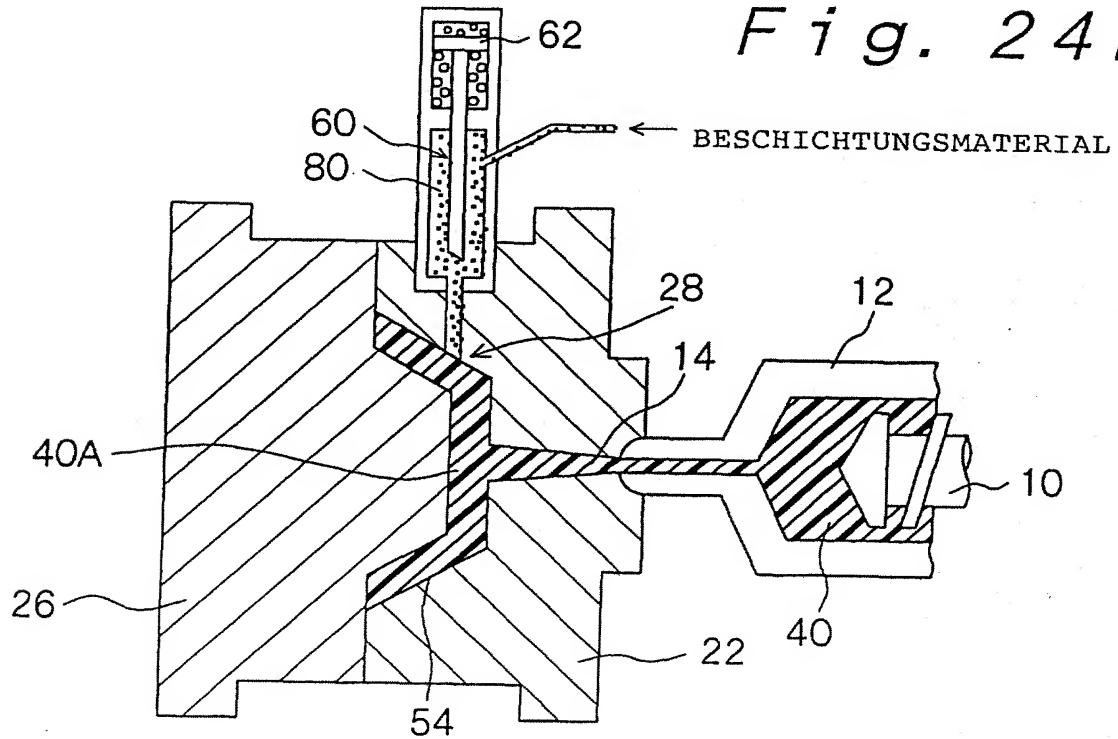


Fig. 25A

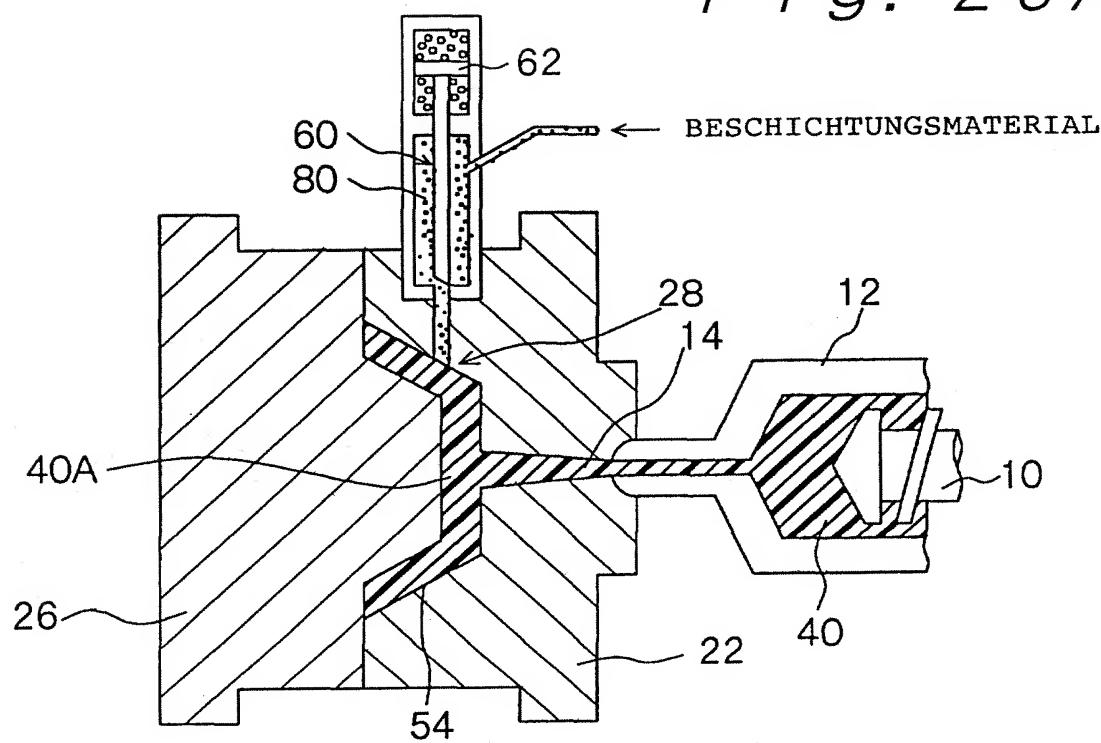


Fig. 25B

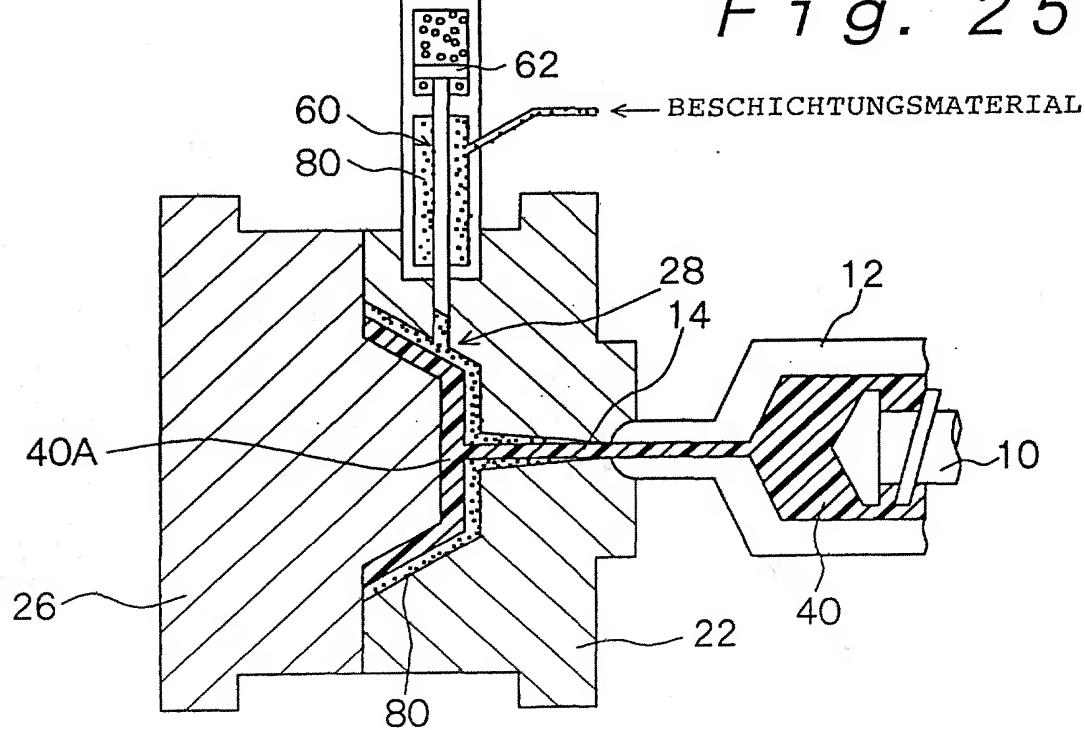


Fig. 26 A

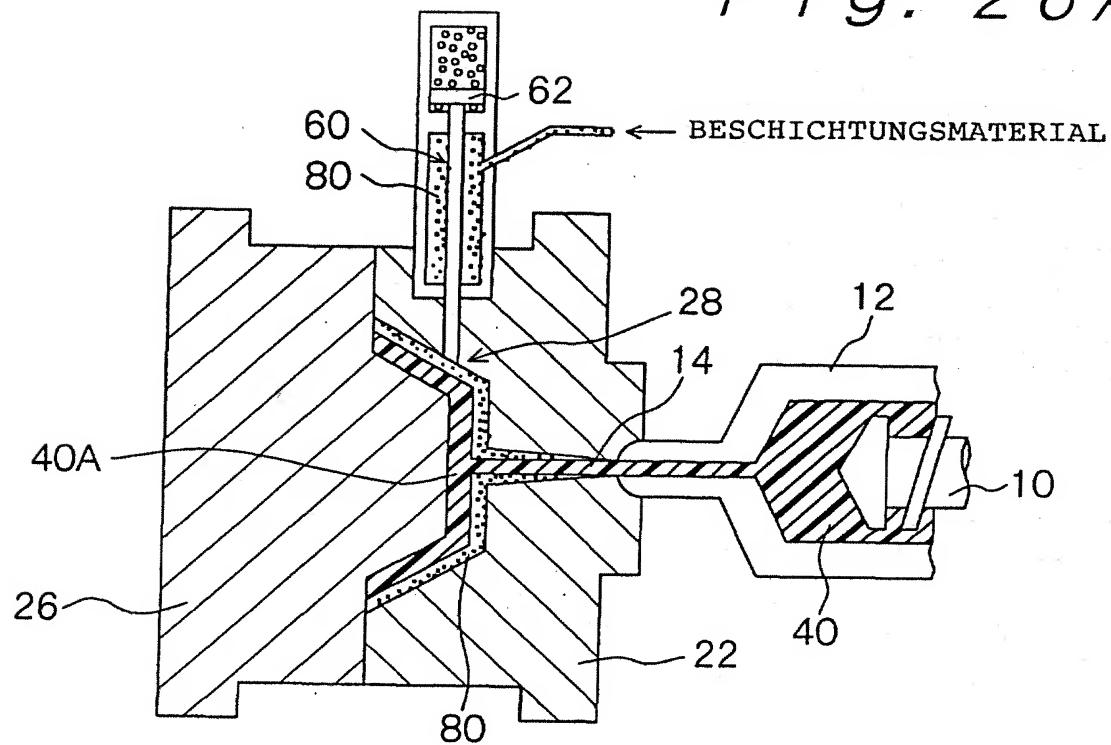


Fig. 26 B

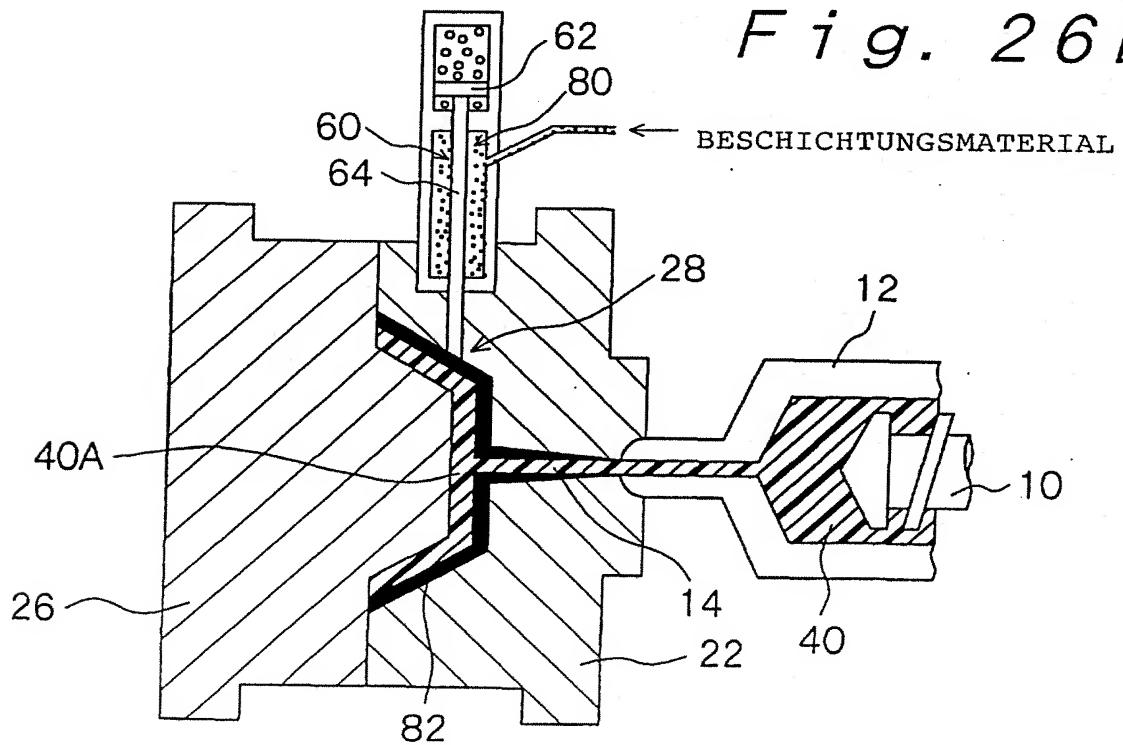


Fig. 27

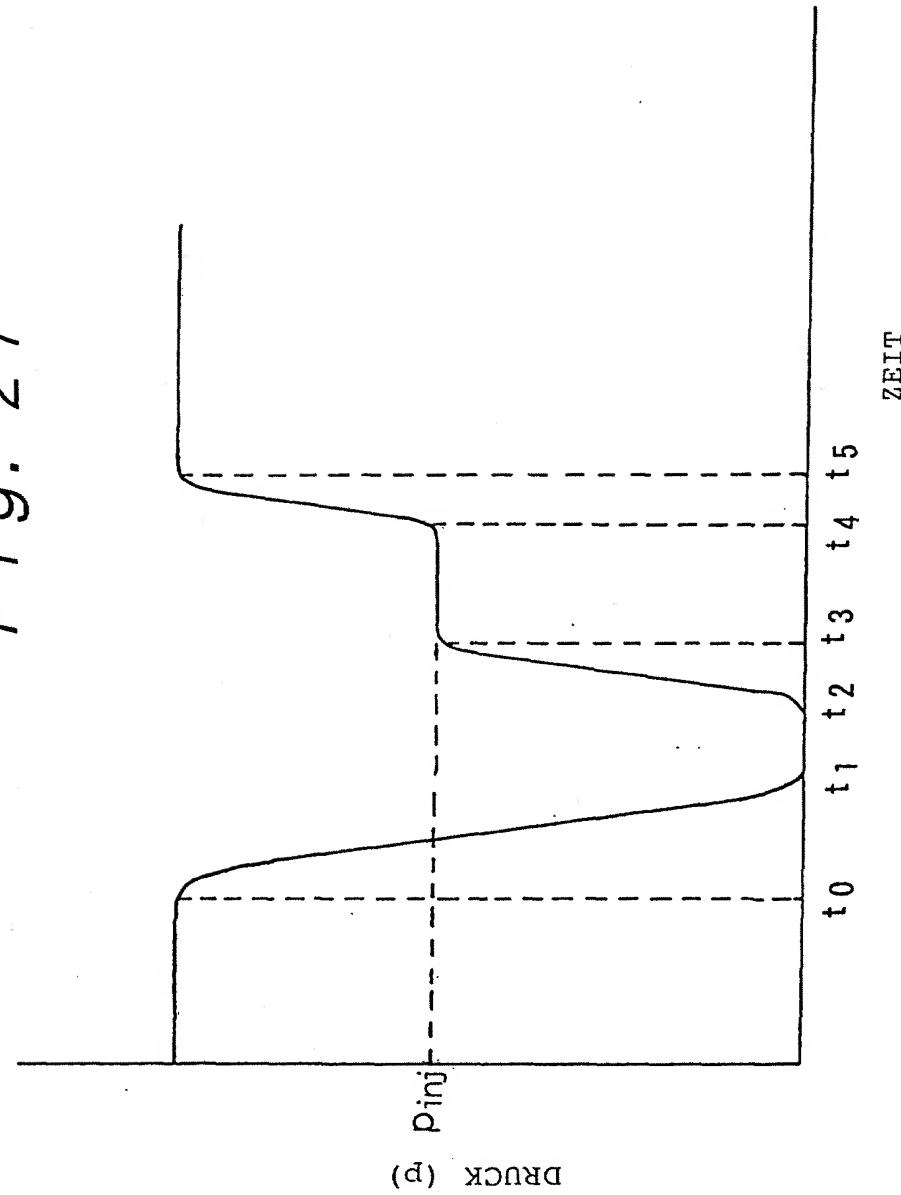
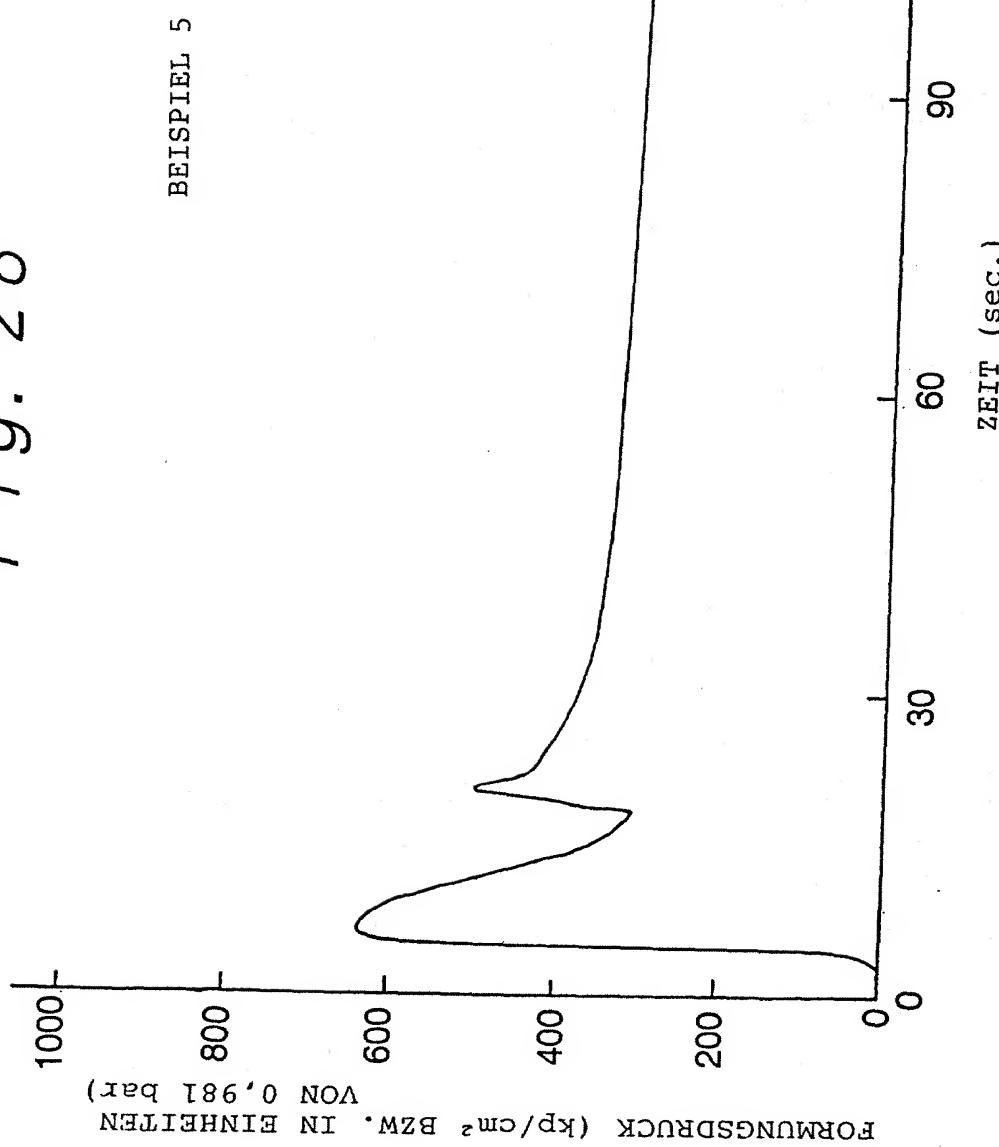
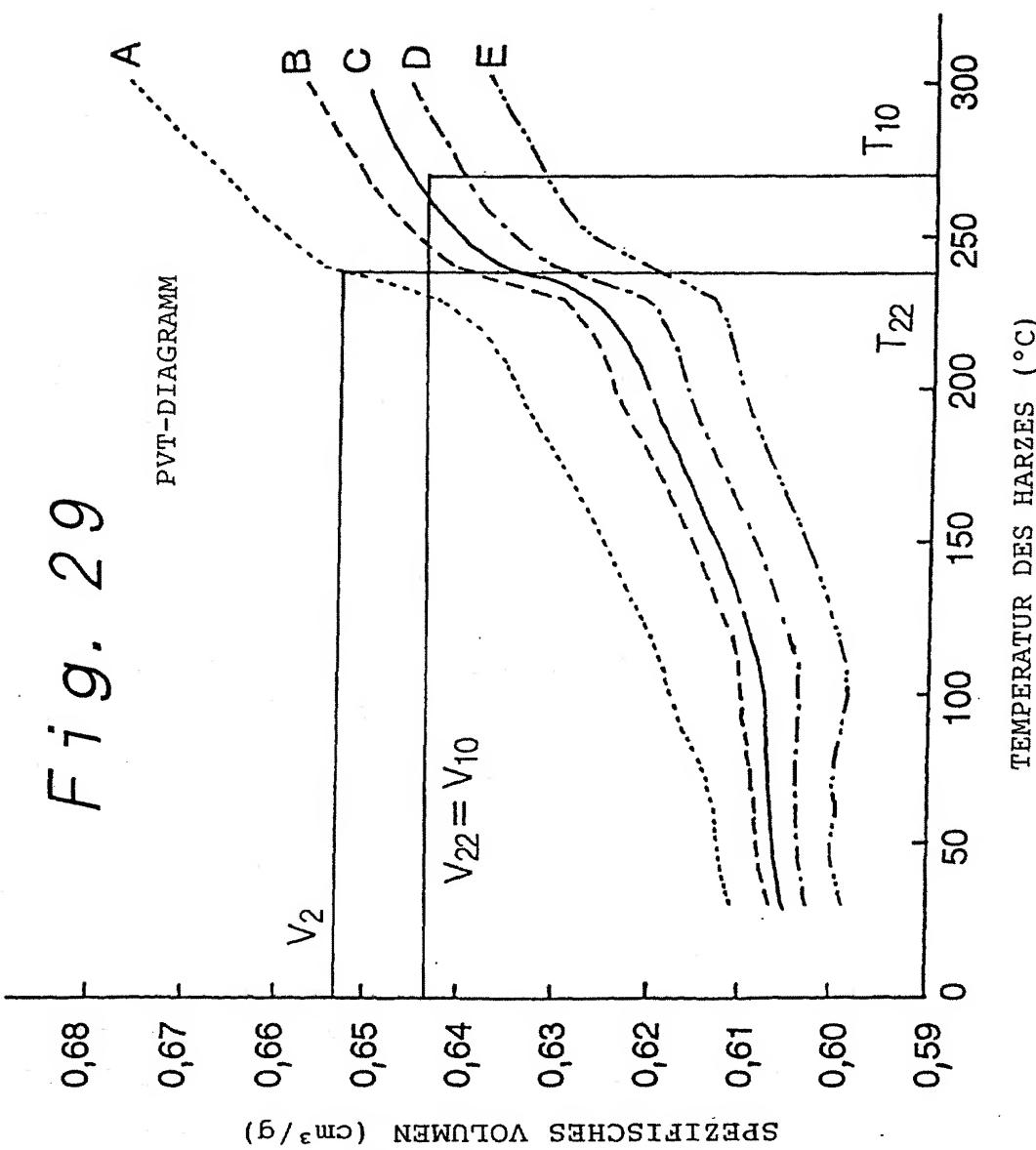
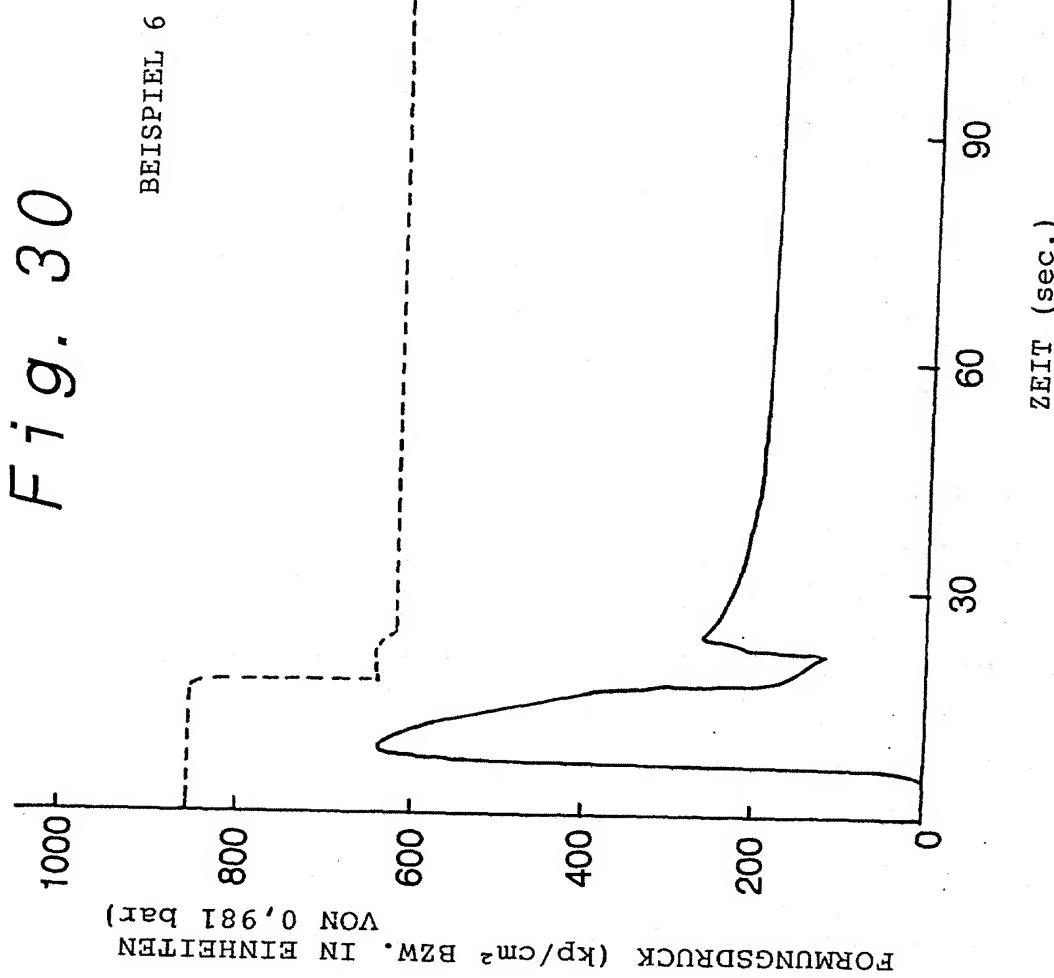


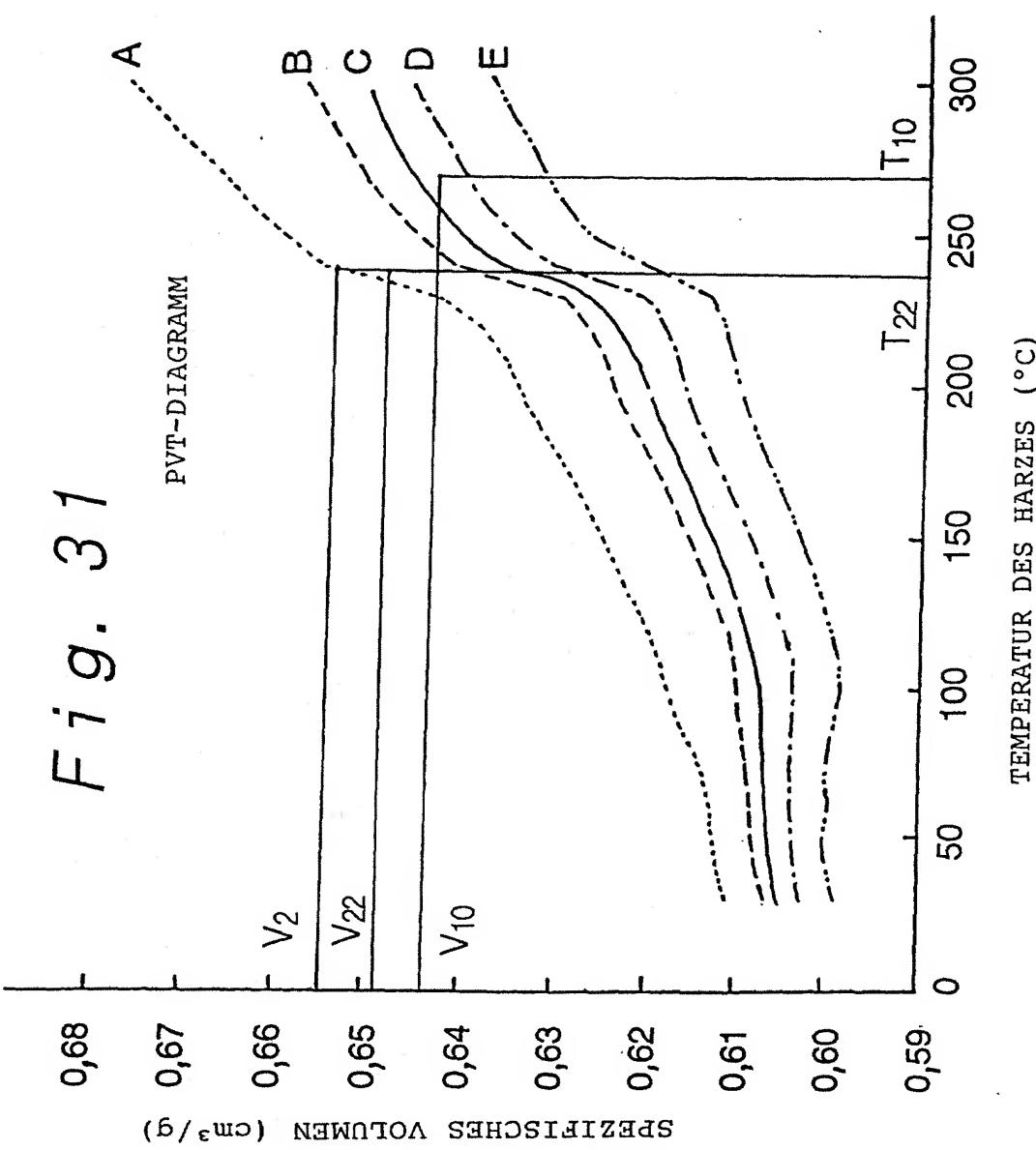
Fig. 28





BETRAG DER VERLAGERUNG BZW. VERSCHIEBUNG (mm)





BETRAG DER VERLAGERUNG BZW. VERSCHIEBUNG (mm)

